Traducido del inglés al español - www.onlinedoctranslator.com

Making Everything Easier!™

3rd Edition

Electronics

FOR DUMMIES®

A Wiley Brand

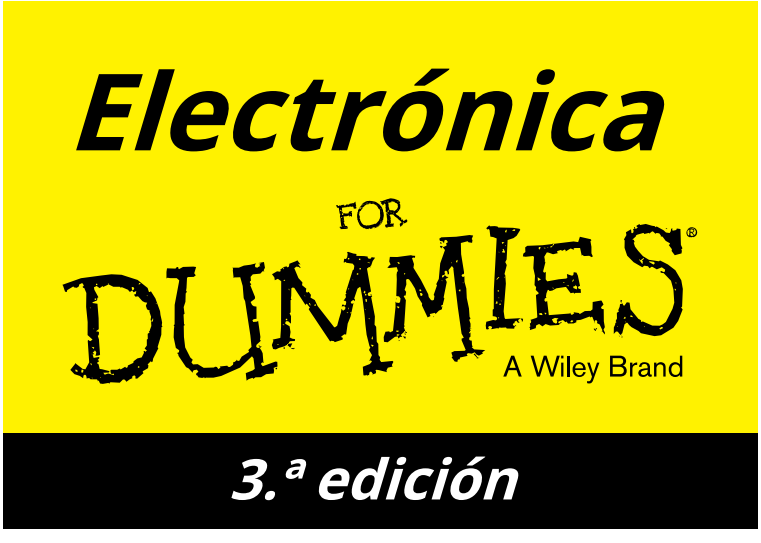
Learn to:

- Control current with resistors, capacitors, and semiconductors
- Decipher circuit diagrams
- Measure current, voltage, and resistance
- Build a mini keyboard, an LED bike flasher, an alarm, and more

IN FULL COLOR!

Cathleen Shamieh

Electrónica



3.ª edición

Electrónica

FOR DUMMIES®

A Wiley Brand

3.ª edición

Por Cathleen Shamieh

FOR DUMMIES®
A Wiley Brand

Electrónica para tontos®, 3.ª edición

Publicado por:**John Wiley & Sons, Inc.,**111 River Street, Hoboken, NJ 07030-5774,www.wiley.com Copyright ©

2015 por John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, Nueva Jersey. Publicado simultáneamente en Canadá.

Ninguna parte de esta publicación podrá reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación ni transmitirse en ninguna forma ni por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, escaneo u otro, salvo lo permitido por las Secciones 107 o 108 de la Ley de Derechos de Autor de los Estados Unidos de 1976, sin la autorización previa por escrito del editor. Las solicitudes de autorización al editor deben dirigirse al Departamento de Permisos, John Wiley & Sons, Inc., 111 River Street, Hoboken, NJ 07030, (201) 748-6011, fax (201) 748-6008, o en línea enhttp://www.wiley.com/go/permissions.

Marcas comerciales: Wiley, Para Dummies, el logotipo de Dummies Man, Dummies.com, Making Everything Easier y la imagen comercial relacionada son marcas comerciales o marcas registradas de John Wiley & Sons, Inc. y no pueden usarse sin autorización escrita. Todas las demás marcas comerciales son propiedad de sus respectivos dueños. John Wiley & Sons, Inc. no está asociada con ningún producto ni proveedor mencionado en este libro.

LÍMITE DE RESPONSABILIDAD/RENUNCIA DE GARANTÍA NI EL EDITOR NI EL AUTOR OFRECEN DECLARACIONES NI GARANTÍAS RESPECTO A LA EXACTITUD O INTEGRIDAD DEL CONTENIDO DE ESTA OBRA Y RENUNCIAN ESPECÍFICAMENTE A TODAS LAS GARANTÍAS, INCLUIDAS, ENTRE OTRAS, LAS GARANTÍAS DE IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO PARTICULAR. NO SE PUEDE CREAR NI EXTENDER NINGUNA GARANTÍA MEDIANTE MATERIALES DE VENTA O PROMOCIONALES. LOS CONSEJOS Y LAS ESTRATEGIAS AQUÍ CONTENIDOS PUEDEN NO SER ADECUADOS PARA CADA SITUACIÓN. ESTA OBRA SE VENDE CON EL ENTENDIMIENTO DE QUE EL EDITOR NO SE DEDICA A PRESTAR SERVICIOS LEGALES, CONTABLES U OTROS SERVICIOS PROFESIONALES. SI SE REQUIERE ASISTENCIA PROFESIONAL, SE DEBEN SOLICITAR LOS SERVICIOS DE UN PROFESIONAL COMPETENTE. NI EL EDITOR NI EL AUTOR SERÁN RESPONSABLES DE LOS DAÑOS QUE SURJAN DE ESTE ARTÍCULO. EL HECHO DE QUE UNA ORGANIZACIÓN O SITIO WEB SE MENCIONE EN ESTA OBRA COMO CITA O FUENTE POTENCIAL DE INFORMACIÓN ADICIONAL NO SIGNIFICA QUE EL AUTOR O EL EDITOR APOYE LA INFORMACIÓN QUE LA ORGANIZACIÓN O EL SITIO WEB PUEDA PROPORCIONAR NI LAS RECOMENDACIONES QUE PUEDA REALIZAR. ADEMÁS, LOS LECTORES DEBEN TENER EN CUENTA QUE LOS SITIOS WEB DE INTERNET QUE FIGURAN EN ESTA OBRA PUEDEN HABER CAMBIADO O DESAPARECIDO DESDE SU ESCRITURA HASTA SU LECTURA.

Para obtener información general sobre nuestros otros productos y servicios, comuníquese con nuestro Departamento de Atención al Cliente dentro de EE. UU. al 877-762-2974, fuera de EE. UU. al 317-572-3993 o por fax al 317-572-4002. Para obtener asistencia técnica, visitewww.wiley.com/techsupport.

Wiley publica en diversos formatos impresos y electrónicos, así como mediante impresión bajo demanda. Es posible que algunos materiales incluidos en las versiones impresas estándar de este libro no estén disponibles en los libros electrónicos ni en la impresión bajo demanda. Si este libro se refiere a medios como un CD o DVD que no están incluidos en la versión que adquirió, puede descargar este material enhttp://booksupport.wiley.com.Para obtener más información sobre los productos Wiley, visitewww.wiley.com.

Número de control de la Biblioteca del Congreso: 2015944208

ISBN 978-1-119-11797-1 (pbk); ISBN 978-1-119-11799-5 (ebk); ISBN 978-1-119-11798-8 (ebk)

Fabricado en los Estados Unidos de América

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Contenido de un vistazo

Introducción 1

Parte I: Comprensión de los fundamentos de la electrónica..... 5

Capítulo 1: Introducción a la electrónica..... 7
Capítulo 2: Preparándose para explorar la electrónica 25
Capítulo 3: Corriendo en circuitos 35
Capítulo 4: Estableciendo conexiones 49

Parte II: Control de corriente con componentes 65

Capítulo 5: Enfrentando la resistencia 67
Capítulo 6: Obedeciendo la Ley de Ohm..... 89
Capítulo 7: Entusiasmándonos con los condensadores 105
Capítulo 8: Identificación con inductores 131
Capítulo 9: Profundizando en los diodos 147
Capítulo 10: Transistores tremendamente talentosos..... 163
Capítulo 11: Innovando con circuitos integrados..... 183
Capítulo 12: Adquisición de piezas adicionales 215

Parte III: Tomando en serio la electrónica 237

Capítulo 13: Preparación de su laboratorio y garantía de su seguridad 239
Capítulo 14: Interpretación de esquemas..... 263
Capítulo 15: Construcción de circuitos 281
Capítulo 16: Cómo dominar el multímetro para medir circuitos..... 303
Capítulo 17: Cómo armar proyectos 325

Parte IV: La parte de diez 351

Capítulo 18: Diez maneras de explorar más la electrónica 353
Capítulo 19: Diez grandes fuentes de componentes electrónicos 357

Glosario..... 363

Índice 373

Tabla de contenido

Introducción 1

Acerca de este libro..... 1
Suposiciones tontas 2
Iconos utilizados en este libro..... 3
Más allá del libro 3
Hacia dónde ir desde aquí 4

Parte I: Comprensión de los fundamentos de la electrónica..... 5

Capítulo 1: Introducción a la electrónica . ...

¿Qué es exactamente la electrónica? 8
Comprobación de la corriente eléctrica 9
Explorando un átomo..... 9
Obtención de carga de protones y electrones 11
Identificación de conductores y aislantes..... 11
Movilización de electrones para crear corriente 12
Entendiendo el voltaje..... 13
Deja que la fuerza te acompañe..... 13
Por qué el voltaje debe ser diferente..... 14
Poniendo la energía eléctrica a trabajar..... 15
Aprovechar la energía eléctrica 15
Los electrones en funcionamiento suministran energía 16
Uso de circuitos para garantizar la llegada de los electrones
En su destino 17
Suministro de energía eléctrica 18
Obtención de corriente continua de una batería 19
Utilizando corriente alterna de una central eléctrica 20
Transformando la luz en electricidad 21
Uso de símbolos para representar fuentes de energía..... 21
Maravillarse de lo que los electrones pueden hacer..... 22
Creando buenas vibraciones 22
Ver para creer..... 23
Detección y alarma 23
Control del movimiento..... 23
Informática 23
Comunicaciones de voz, vídeo y datos..... 24

Capítulo 2: Preparándose para explorar la electrónica 25

Cómo obtener las herramientas que necesita..... 26
Abastecimiento de suministros esenciales 28
Preparándose para la pelea 32
Uso de una placa de pruebas sin soldadura 33

Capítulo 3: Corriendo en circuitos . ...

Comparación de circuitos cerrados, abiertos y cortocircuitos..... 35
Comprensión del flujo de corriente convencional 38
Examen de un circuito básico 38
Construcción del circuito LED básico..... 40
Examen de voltajes..... 42
Medición de corriente 46
Cálculo de potencia 47

Capítulo 4: Estableciendo conexiones . ...

Creación de circuitos en serie y en paralelo 49
Conexiones en serie..... 50
Conexiones paralelas 51
Encendido y apagado de la corriente eléctrica 55
Controlar la acción de un interruptor 55
Establecer los contactos adecuados..... 56
Creación de un circuito combinado..... 58
Encendido del equipo 61
¿Cómo son los circuitos?..... 62

Parte II: Control de corriente con componentes..... 65

Capítulo 5: Enfrentando la resistencia . ...

Resistencia al flujo de corriente 67
Resistencias: pasivas pero potentes 69
¿Para qué se utilizan las resistencias? 69
Elección del tipo de resistencia: fija o variable 73
Clasificación de resistencias según potencia..... 80
Combinación de resistencias..... 81
Resistencias en serie..... 82
Resistencias en paralelo 84
Combinación de resistencias en serie y en paralelo 87

Capítulo 6: Obedeciendo la Ley de Ohm . ...

Definición de la Ley de Ohm 89
Conducción de corriente a través de una resistencia..... 89
¡Es constantemente proporcional!..... 90
Una ley, tres ecuaciones 91
Uso de la Ley de Ohm para Analizar Circuitos..... 92
Cálculo de la corriente a través de un componente 92
Cálculo del voltaje a través de un componente..... 93
Cálculo de una resistencia desconocida..... 95
Ver para creer: ¡La ley de Ohm realmente funciona! 96
¿Para qué sirve realmente la Ley de Ohm?..... 99
Análisis de circuitos complejos 99
Diseño y modificación de circuitos 101
El poder de la ley de Joule..... 103
Utilizando la Ley de Joule para elegir componentes..... 103
Joule y Ohm: perfectos juntos 103

Capítulo 7: Entusiasmándonos con los condensadores 105

Condensadores: Depósitos de energía eléctrica..... 106
Carga y descarga de condensadores 107
Observando la carga de un condensador..... 108
Cambio de voltaje opuesto 112
Dando paso a la corriente alterna 112
Descubriendo usos para los condensadores..... 113
Caracterización de condensadores 115
Definición de capacitancia 115
Vigilando la tensión de trabajo 116
Cómo elegir el dieléctrico adecuado para el trabajo 117
Dimensionamiento del embalaje del condensador..... 117
Ser positivo acerca de la polaridad del condensador 118
Lectura de valores de condensadores..... 118
Capacitancia variable 120
Interpretación de los símbolos de los condensadores 121
Combinación de condensadores 121
Condensadores en paralelo 122
Condensadores en serie 123
Trabajando en equipo con resistencias..... 123
El tiempo lo es todo..... 124
Cálculo de constantes de tiempo RC 126
Variación de la constante de tiempo RC 127

Capítulo 8: Identificación con inductores . ...

Primos besándose: magnetismo y electricidad..... 132
Dibujando las líneas (de flujo) con imanes 132
Producción de un campo magnético con electricidad..... 133
Inducción de corriente con un imán..... 134
Presentando el inductor: una bobina con personalidad magnética..... 135
Medición de la inductancia..... 135
Oponerse a los cambios actuales 136
Cálculo de la constante de tiempo RL..... 138
Mantenerse al día con la corriente alterna (¡o no!)..... 138
Comportamiento diferente según la frecuencia..... 138
Usos de los inductores..... 139
Uso de inductores en circuitos 140
Lectura de valores de inductancia..... 140
Combinación de inductores blindados..... 141
Sintonizando transmisiones de radio 141
Resonancia con circuitos RLC 141
Garantizar una resonancia sólida con cristales 143
Influenciando la bobina de al lado: Transformadores 144
Permitir la interacción de bobinas sin blindaje 144
Aislamiento de circuitos de una fuente de energía 145
Elevación y reducción de voltajes 145

Capítulo 9: Profundizando en los diodos . ...

¿Estamos dirigiendo o no? 147
Dimensionamiento de semiconductores..... 148
Creación de N-tipos y P-tipos 149
Unión de tipos N y tipos P para crear componentes 149
Formación de un diodo de unión 150
Polarización del diodo 151
Conducción de corriente a través de un diodo 152
Clasificación de su diodo 153
Identificación con diodos..... 153
¿Cuál extremo está arriba?..... 154
Uso de diodos en circuitos 154
Rectificación de CA 154
Regulación de tensión con diodos Zener..... 155
Ver la luz con LEDs 157
Encendido de un LED 159
Otros usos de los diodos 162

Capítulo 10: Transistores tremendamente talentosos 163

Transistores: Maestros de la conmutación y la amplificación 164
Transistores de unión bipolar 165
Transistores de efecto de campo 166
Reconocer un transistor cuando lo ves 167
Hacer posibles todo tipo de componentes..... 168
Examinando cómo funcionan los transistores 169
Usando un modelo para entender los transistores 170
Funcionamiento de un transistor 172
Amplificación de señales con un transistor..... 173
Polarizar el transistor para que actúe como un amplificador 173
Control de la ganancia de voltaje 174
Configuración de circuitos amplificadores de transistores 175
Conmutación de señales con un transistor..... 176
Elección de transistores 176
Clasificaciones importantes de transistores..... 177
Identificación de transistores 177
Adquiriendo experiencia con transistores 178
Corriente amplificadora..... 178
¡El interruptor está encendido! 180

Capítulo 11: Innovando con circuitos integrados 183

¿Por qué los circuitos integrados?..... 184
¿Placa lineal, digital o combinada?..... 185
Tomar decisiones con lógica 185
Empezando con bits 186
Procesamiento de datos con puertas..... 188
Simplificación de puertas con tablas de verdad..... 190
Creación de componentes lógicos..... 192
Uso de circuitos integrados..... 193
Identificación de circuitos integrados con números de pieza 193
El embalaje lo es todo 193
Sondeo de pines de CI 195
Confiando en las hojas de datos de CI..... 197
Usando tu lógica 198
Viendo la luz al final de la puerta NAND 199
Convertir tres puertas NAND en una puerta OR..... 201
Saliendo con algunos IC populares..... 202
Amplificadores operacionales 202
Máquina del tiempo IC: el temporizador 555 204
Contando con el contador de décadas 4017 211
Microcontroladores 213
Otros circuitos integrados populares 213

Capítulo 12: Adquisición de piezas adicionales . ...

Estableciendo conexiones 215
Elegir los cables con cuidado..... 216
Conexión a los conectores 218
Encendido..... 219
Encendiendo el jugo con baterías 220
Obteniendo energía del sol..... 223
Uso de la alimentación de pared para suministrar mayor corriente o voltaje de CC (no recomendado) 224
Uso de sus sensores..... 226
Viendo la luz..... 227
Captura de sonido con micrófonos..... 228
Sintiendo el calor..... 229
Transductores de entrada más energizantes 230
Experimentando el resultado de la electrónica 231
Hablando de oradores 231
Sonando con zumbadores 232
Creando buenas vibraciones con motores DC..... 234

Parte III: Tomando la electrónica en serio 237

Capítulo 13: Preparación de su laboratorio y garantía de su seguridad 239

Cómo elegir un lugar para practicar electrónica 240
Los mejores ingredientes para un gran laboratorio..... 240
Conceptos básicos del banco de trabajo 241
Adquisición de herramientas y suministros..... 242
Armado de un multímetro 242
Almacenamiento de equipos de soldadura 243
Acaparamiento de herramientas manuales..... 245
Recogida de paños y limpiadores 246
Carga de lubricantes..... 247
Abastecerse de cosas pegajosas..... 248
Otras herramientas y suministros 248
Abastecimiento de piezas y componentes..... 249
Placas de pruebas sin soldadura 250
Kit de inicio para la construcción de circuitos 251
Sumando los extras 253
Organizando todas tus piezas 253
Protegiéndose a usted y a sus dispositivos electrónicos..... 253
Entendiendo que la electricidad puede hacer mucho daño 254
Soldadura segura 259
Evitando la estática como la peste 259

Capítulo 14: Interpretación de esquemas . ...

¿Qué es un esquema y por qué debería importarme? 263
Ver el panorama general..... 264
Todo es cuestión de tus conexiones 265
Observando un circuito de batería simple..... 266
Reconociendo símbolos de poder 267
Mostrando dónde está el poder 267
Marcando tu terreno..... 269
Etiquetado de componentes del circuito 271
Componentes electrónicos analógicos 271
Lógica digital y componentes IC 274
Componentes varios 276
Saber dónde tomar medidas 277
Explorando un esquema 278
Estilos alternativos de dibujo esquemático..... 280

Capítulo 15: Construcción de circuitos . ...

Una mirada a las placas de pruebas sin soldadura 282
Explorando una placa de pruebas sin soldadura 283
Dimensionamiento de las variedades de placas de pruebas sin soldadura 285
Construcción de circuitos con placas de pruebas sin soldadura 286
Preparación de sus piezas y herramientas..... 286
Ahorro de tiempo con cables prepelados..... 287
Disposición de su circuito..... 289
Cómo evitar circuitos dañados 291
Soldadura 101 291
Preparación para soldar..... 292
Soldadura para el éxito 293
Inspección de la junta..... 294
Desoldar cuando sea necesario..... 295
Enfriamiento después de la soldadura..... 296
Práctica de soldadura segura..... 296
Creación de un circuito permanente 297
Explorando una placa de circuito impreso 297
Reubicación de su circuito en una placa perforada 298
Fabricación de una placa de circuito personalizada 300

Capítulo 16: Cómo dominar el multímetro para medir circuitos . . . 303

Multitarea con un multímetro 304
¡Es un voltímetro! 305
¡Es un amperímetro!..... 306
¡Dios mío! ¡También es un óhmetro!..... 306

Explorando multímetros..... 307
Elegir un estilo: analógico o digital..... 307
Observando más de cerca un multímetro digital..... 308
Apuntando al campo de tiro..... 310
Configuración del multímetro..... 311
Operación del multímetro 312
Medición de tensión..... 314
Medición de corriente 315
Medición de la resistencia 317
Ejecución de otras pruebas con multímetro..... 323
Uso de un multímetro para comprobar sus circuitos 323

Capítulo 17: Cómo armar proyectos . ...

Obtener lo que necesita desde el principio 325
Creación de un circuito de luces intermitentes LED 326
Explorando un flasher 555 327
Construcción del circuito de luces intermitentes LED 329
Comprobando tu obra..... 331
Creación de una luz intermitente LED para bicicleta 332
Cómo atrapar intrusos con una alarma con sensor de luz..... 333
Lista de piezas para el montaje de la alarma de luz 335
Cómo hacer que su alarma funcione para usted..... 336
Tocando la escala de Do Mayor..... 336
Ahuyentar a los malos con una sirena..... 339
Explorando la lista de piezas de la sirena 555 339
Cómo trabaja tu curruca 340
Construcción de un amplificador de audio con control de volumen 341
Creación de cazadores de luz 343
Construcción del Light Chaser 1 343
Construcción de Light Chaser 2 345
¡Luz roja, luz verde, 1-2-3! 346

Parte IV: La parte de diez 351

Capítulo 18: Diez maneras de explorar más la electrónica 353

Navegando por circuitos 353
Cómo empezar con kits de pasatiempos 353
Simulación del funcionamiento del circuito..... 354
Detección de señales 354
Contando esos megahercios..... 354
Generación de una variedad de señales 355

Explorando arquitecturas informáticas básicas 355
Microcontrolando su entorno 355
Probando una Raspberry Pi 356
Inténtalo, fríelo y vuelve a intentarlo 356

Capítulo 19: Diez grandes fuentes de componentes electrónicos 357

América del Norte 357
Toda la electrónica 358
Electrónica aliada..... 358
Digi-Key 358
Mina de oro electrónica 358
Electrónica Jameco..... 359
Electrónica Mouser..... 359
Repuestos Express..... 359
RadioShack 359
Fuera de América del Norte 360
Premier Farnell (Reino Unido) 360
Maplin (Reino Unido) 360
¿Qué es el cumplimiento de RoHS? 360
¿Nuevo o excedente? 361

Glosario..... 363

Índice 373

Introducción

¿Tienes curiosidad por saber qué hace funcionar tu iPhone? ¿Y tu tableta, tu equipo de música, tu GPS, tu televisor de alta definición? En fin, ¿casi cualquier otro dispositivo electrónico que uses para entretenerte y enriquecer tu vida?

¿Te has preguntado cómo funcionan las resistencias, diodos, transistores, condensadores y otros componentes electrónicos? ¿Te has animado a construir tus propios dispositivos electrónicos? ¡Has llegado al lugar indicado!

*Electrónica para tontos,*La 3.ª edición es tu entrada al apasionante mundo de la electrónica moderna. Repleto de ilustraciones y explicaciones sencillas, este libro te permite comprender, crear y solucionar problemas de tus propios dispositivos electrónicos.

Acerca de este libro

Con demasiada frecuencia, la electrónica parece un misterio porque implica controlar algo invisible —la corriente eléctrica—, algo que nos han advertido repetidamente que no debemos tocar. Eso basta para asustar a la mayoría. Pero a medida que experimentamos los beneficios diarios de la electrónica, quizá empecemos a preguntarnos cómo es posible lograr tantas cosas increíbles en espacios tan pequeños.

Este libro te ofrece la oportunidad de satisfacer tu curiosidad por la electrónica mientras te diviertes. Obtendrás una comprensión básica de qué es exactamente la electrónica, explicaciones prácticas (y numerosas ilustraciones) sobre cómo funcionan los principales componentes electrónicos y las reglas que los rigen, e instrucciones paso a paso para construir y probar circuitos y proyectos electrónicos funcionales. Aunque este libro no pretende responder a todas tus preguntas sobre electrónica, te proporciona una buena base de los conceptos básicos y te prepara para profundizar en el mundo de los circuitos electrónicos.

Supongo que querrás explorar este libro un poco, profundizando en un tema que te interese especialmente y posiblemente revisando otros. Por eso, proporciono numerosas referencias cruzadas de capítulos para que encuentres información que pueda completar cualquier laguna o refrescar tu memoria sobre un tema.

El índice al principio de este libro es un excelente recurso que le permitirá encontrar rápidamente lo que busca. El glosario también le resultará útil si se atasca con un término específico y necesita revisar su definición. Finalmente, el equipo de Wiley ha incluido un índice completo al final del libro para ayudarle a refinar su lectura en páginas específicas.

Espero que, al terminar este libro, te des cuenta de que la electrónica no es tan complicada como creías. Y mi intención es brindarte el conocimiento y la confianza necesarios para avanzar en el apasionante campo de la electrónica.

Suposiciones tontas

Al escribir este libro, partí de algunas premisas sobre el nivel de habilidades y los intereses de usted y de otros lectores en el campo de la electrónica. Adapté el libro basándome en las siguientes premisas:

- ✓ No sabes mucho (o nada) sobre electrónica.
- ✓ No eres necesariamente un experto en física o matemáticas, pero al menos te sientes moderadamente cómodo con el álgebra introductoria de la escuela secundaria.
- ✓ Quiere saber cómo funcionan realmente las resistencias, condensadores, diodos, transistores y otros componentes electrónicos.
- ✓ Quieres ver por ti mismo —en circuitos simples que puedes construir— cómo cada componente hace su trabajo.
- ✓ Estás interesado en construir (y comprender el funcionamiento de) circuitos que realmente logren algo útil.
- ✓ Tienes un espíritu pionero, es decir, una voluntad de experimentar, aceptar reveses periódicos y abordar cualquier problema que pueda surgir, atenuado por un interés en tu seguridad personal.

Empiezo desde cero: explico qué es la corriente eléctrica y por qué los circuitos son necesarios para su flujo, y desarrollo a partir de ahí. Encontrarás descripciones fáciles de entender sobre el funcionamiento de cada componente electrónico, respaldadas por numerosas fotografías y diagramas ilustrativos. En 9 de los primeros 11 capítulos, encontrarás uno o más miniproyectos que puedes construir en unos 15 minutos; cada uno está diseñado para mostrar el funcionamiento de un componente específico.

Más adelante en el libro, propongo varios proyectos divertidos que puedes construir en una hora o menos, y explico el funcionamiento de cada uno en detalle. Al construir estos proyectos, podrás ver de primera mano cómo los distintos componentes interactúan para crear algo genial, a veces incluso útil.

Al embarcarse en este recorrido por la electrónica, prepárese para cometer algunos errores. Los errores están bien; ayudan a mejorar su comprensión y apreciación de la electrónica. Recuerde: sin esfuerzo, no hay ganancia. (¿O debería decir, sin transistor, no hay ganancia?)

Iconos utilizados en este libro

Los consejos te brindan información que realmente puede ahorrarte tiempo, dolores de cabeza o dinero (¡o las tres cosas!). Descubrirás que, si sigues mis consejos, tu experiencia con la electrónica será mucho más placentera.

Este icono te recuerda ideas o hechos importantes que debes tener en cuenta mientras exploras el fascinante mundo de la electrónica.

Aunque este libro trata exclusivamente de aspectos técnicos, señalo ciertos temas para advertirte sobre información técnica más profunda que podría requerir un poco más de esfuerzo mental para asimilar. Si decides omitir esta información, no hay problema; puedes seguirla sin problemas.

Al manipular dispositivos electrónicos, es inevitable encontrarse con situaciones que exigen extrema precaución. El icono de advertencia es un recordatorio, aunque no tan sutil, de que debe tomar precauciones adicionales para evitar lesiones personales o daños a sus herramientas, componentes, circuitos o incluso a su bolsillo.

Más allá del libro

He escrito mucho contenido adicional que no encontrarás en este libro. Busca en línea lo siguiente:

- ✓ **Hoja de trucos**(www.dummies.com/cheatsheet/electronics):Aquí encontrará fórmulas importantes y otra información que puede consultar de forma rápida y sencilla cuando trabaje con un circuito.
- ✓ **Artículos en línea que cubren temas adicionales** (www.dummies.com/extras/electronics):Descubra cómo conducen los semiconductores, descubra qué es un osciloscopio y cómo se utiliza y obtenga más información diseñada para mejorar su conocimiento y uso de la electrónica.
- ✓ **Actualizaciones**(www.dummies.com/extras/electronics):Visita este enlace para encontrar actualizaciones o correcciones importantes al material de este libro. (Mi editor me pidió que añadiera la sección sobre correcciones, pero como no cometo errores, no se publicarán. Por cierto, ¿quieres un puente?)

¿A dónde ir desde aquí?

Puedes usar este libro de diversas maneras. Si empiezas por el principio (un buen punto de partida), descubrirás los fundamentos de la electrónica, ampliarás tus conocimientos componente por componente y luego lo combinarás todo creando proyectos en tu laboratorio de electrónica totalmente equipado.

O, si siempre has sentido curiosidad por, por ejemplo, cómo funcionan los transistores, puedes pasar directamente al Capítulo 10, descubrir estos increíbles componentes de tres patas y construir un par de circuitos con transistores. Con un capítulo dedicado a resistencias, condensadores, inductores, diodos, transistores y circuitos integrados (CI), puedes concentrarte en un solo capítulo para dominar el componente que elijas.

Este libro también sirve como una referencia útil, por lo que cuando comiences a crear tus propios circuitos, puedes volver al libro para refrescar tu memoria sobre un componente o una regla particular que gobierna los circuitos.

Aquí están mis recomendaciones de buenos lugares para comenzar con este libro:

- ✓ **Capítulo 1:** Comience aquí si desea conocer tres de los conceptos más importantes en electrónica: corriente, voltaje y potencia.
- ✓ **Capítulo 3:** Vaya directamente a este capítulo si está ansioso por construir su primer circuito, examinar voltajes y corrientes con su multímetro y hacer cálculos de potencia.
- ✓ **Capítulo 13:** Si sabe que se volverá adicto a su hábito de la electrónica, comience con el Capítulo 13 para descubrir cómo montar su laboratorio de electrónica de científico loco y luego vuelva a los capítulos anteriores para descubrir cómo funciona todo lo que acaba de comprar.

Espero que disfrutes al máximo del viaje que estás a punto de emprender. ¡Ahora, adelante y explora!

Parte I

Comprender los fundamentos de Electrónica

Verificarwww.dummies.com/extras/electronicspara más contenido excelente en línea.

En esta parte . . .

- ✓ Descubriendo qué hace que la electrónica sea tan fascinante
- ✓ Compra de componentes y herramientas de circuitos
- ✓ Experimentando con circuitos en serie y en paralelo

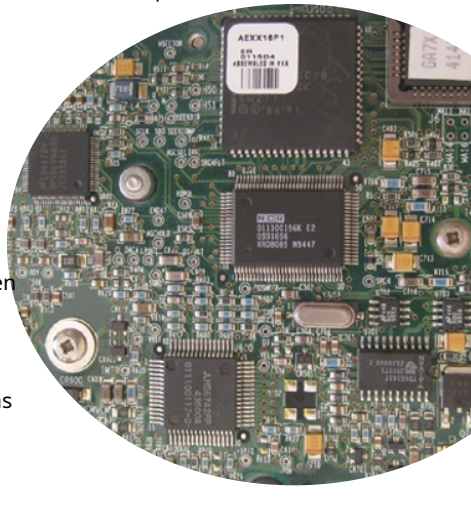
1

Introduciéndote a la electrónica

En este capítulo

- Ver la corriente eléctrica como lo que realmente es
- Reconociendo el poder de los electrones
- Utilizando conductores para ir con el flujo (de electrones)
- Empujando electrones con voltaje
- Realizar las conexiones correctas con un circuito
- Controlar el destino de los electrones con componentes electrónicos
- Aplicar energía eléctrica a un montón de cosas.

Si eres como la mayoría de la gente, probablemente tengas alguna idea sobre el tema de la electrónica. Has estado en contacto directo con muchos dispositivos electrónicos de consumo, como teléfonos inteligentes, tabletas, iPods, equipos de música, computadoras personales, cámaras digitales y...



siones, pero para ti, pueden parecer cajas misteriosas con botones que responden a todos tus deseos.

Sabes que debajo de cada elegante exterior se esconde una asombrosa variedad de diminutas piezas electrónicas conectadas de forma precisa para que algo suceda. Y ahora quieres entender cómo.

En este capítulo, descubrirás que los electrones que se mueven en armonía a través de un conductor constituyen la corriente eléctrica, y que controlarla es la base de la electrónica. Descubrirás qué es realmente la corriente eléctrica y que se necesita voltaje para mantenerla fluyendo. También obtendrás una visión general de algunas de las increíbles posibilidades que ofrece la electrónica.

¿Qué es exactamente la electrónica?

Cuando enciendes una luz en tu casa, estás conectando una fuente de energía eléctrica (generalmente suministrada por tu compañía eléctrica) a una bombilla en un camino completo, conocido como *circuito eléctrico*. Si agrega un regulador de intensidad o un temporizador al circuito de la bombilla, puede *controlar* el funcionamiento de la bombilla de una forma más interesante que simplemente encenderla y apagarla manualmente.

Los sistemas eléctricos utilizan corriente eléctrica para alimentar cosas como bombillas y electrodomésticos de cocina. *Sistemas electrónicos* Lleva esto un paso más allá: ellos *controlar* La corriente, encendiéndola y apagándola, modificando sus fluctuaciones, dirección y sincronización de diversas maneras para realizar diversas funciones, desde atenuar una bombilla (ver Figura 1-1), hasta hacer parpadear las luces navideñas al ritmo de tu canción favorita, hasta la comunicación vía satélite, y muchas otras. Este control distingue a los sistemas electrónicos de los eléctricos.

La palabra *electrónica* describe tanto el campo de estudio que se centra en el control de la energía eléctrica como los sistemas físicos (incluidos circuitos, componentes e interconexiones) que implementan este control de la energía eléctrica.

Para entender lo que significa controlar la corriente eléctrica, primero es necesario tener un buen conocimiento práctico de qué es realmente la corriente eléctrica y cómo alimenta cosas como bombillas, altavoces y motores.

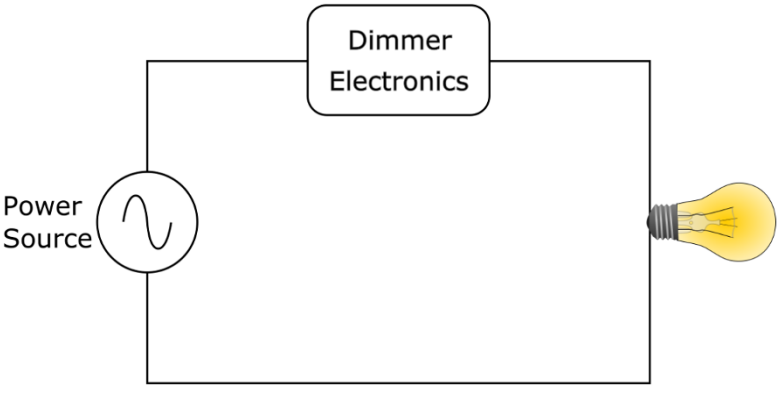


Figura 1-1: La electrónica del regulador de este circuito controla el flujo de corriente eléctrica hacia la bombilla.

¿Qué es la electricidad?

El término *electricidad* Es ambigua, a menudo contradictoria y puede generar confusión, incluso entre científicos y profesores. En general, la electricidad se relaciona con la forma en que ciertos tipos de partículas en la naturaleza interactúan entre sí cuando están cerca.

En lugar de basarse en el término electricidad al explorar el campo de la electrónica, es mejor usar otros términos más precisos para describir todo lo eléctrico. Aquí hay algunos:

- **Carga eléctrica:** Una propiedad fundamental de ciertas partículas que describe cómo interactúan entre sí. Hay dos Tipos de cargas eléctricas: positivas y negativas. Las partículas del mismo tipo (positivas-positivas o negativas-negativas) se repelen, y las partículas del tipo opuesto (positivas-negativas) se atraen.
- **Energía eléctrica:** Una forma de energía generada por el comportamiento de partículas con carga eléctrica. Esto es lo que le pagas a tu compañía eléctrica para que te suministre.
- **Corriente eléctrica:** El movimiento o flujo de partículas con carga eléctrica. Esta connotación de la electricidad es probablemente la que mejor conoce y en la que me centro en este libro.

Comprobación de la corriente eléctrica

Corriente eléctrica, A veces conocida como electricidad (ver el recuadro "¿Qué es la electricidad?"), es el movimiento en la misma dirección de partículas microscópicamente pequeñas y cargadas eléctricamente llamadas *electrones.* Entonces, ¿dónde se encuentran exactamente los electrones y cómo se mueven? Encontrarás las respuestas observando el interior del átomo.

Explorando un átomo

Átomos Son los componentes básicos de todo en el universo, ya sea natural o artificial. Son tan diminutos que se encontrarían millones de ellos en una sola mota de polvo. Cada átomo contiene los siguientes tipos de partículas subatómicas:

- ✓ **Protones** llevan una carga eléctrica positiva y existen dentro de la *núcleo,* o centro, del átomo.
- ✓ **Neutrones** no tienen carga eléctrica y existen junto con los protones dentro del núcleo.
- ✓ **Electrones** llevan una carga eléctrica negativa y se encuentran fuera del núcleo en un *nube de electrones.* No te preocupes por la ubicación exacta de los electrones de un átomo en particular. Simplemente recuerda que los electrones giran fuera del núcleo y que algunos están más cerca que otros.

La combinación específica de protones, electrones y neutrones en un átomo define el tipo de átomo, y las sustancias formadas por un solo tipo de átomo se conocen como *elementos*. (Quizás recuerdes haber luchado con el *Tabla periódica de los elementos* (Lo vi en la clase de química). Muestro una representación simplista de un átomo de helio en la Figura 1-2 y una de un átomo de cobre en la Figura 1-3.

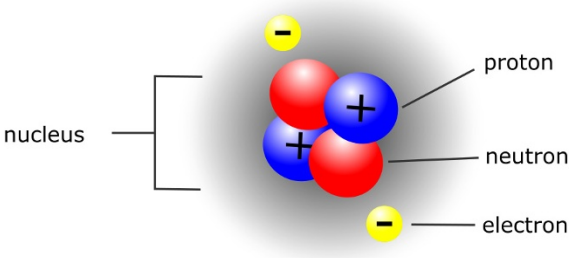


Figura 1-2: Este átomo de helio consta de 2 protones y 2 neutrones en el núcleo con 2 electrones rodeando el núcleo.

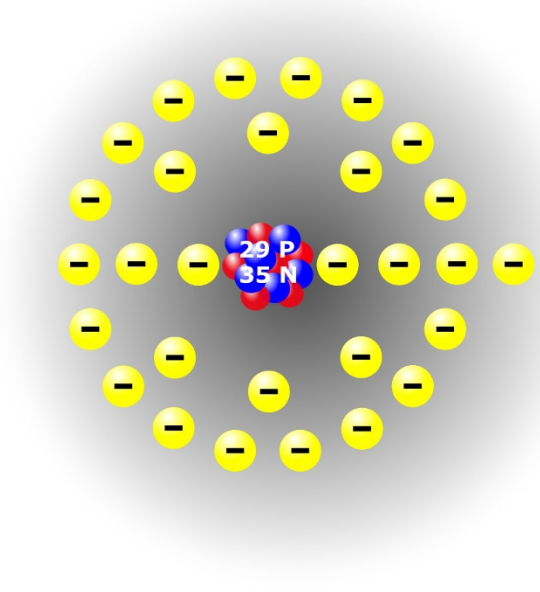


Figura 1-3: Un átomo de cobre consta de 29 protones, 35 neutrones y 29 electrones.

Obtener una carga de protones y electrones

*Carga eléctrica*Es una propiedad de ciertas partículas, como los electrones, los protones y los quarks (sí, quarks), que describe cómo interactúan entre sí. Existen dos tipos de carga eléctrica, denominados arbitrariamente positiva y negativa (de forma similar a como se nombran los cuatro puntos cardinales: norte, sur, este y oeste). En general, las partículas con el mismo tipo de carga se repelen, mientras que las partículas con cargas opuestas se atraen. Dentro de cada átomo, los protones del núcleo atraen a los electrones del exterior.

Puedes experimentar un fenómeno similar de atracción/repulsión con los imanes. Si colocas el polo norte de una barra magnética cerca del polo sur de otra, notarás que los imanes se atraen. Si, en cambio, colocas el polo norte de un imán cerca del polo norte de otro, observarás que se repelen. Este miniexperimento te da una idea de lo que ocurre con los protones y los electrones, ¡sin necesidad de dividir un átomo!

En circunstancias normales, cada átomo tiene un número igual de protones y electrones, y se dice que el átomo es*eléctricamente neutro*.(Nótese que el átomo de helio tiene 2 protones y 2 electrones y que el átomo de cobre tiene 29 de cada uno.) La fuerza de atracción entre los protones y los electrones actúa como un pegamento invisible, manteniendo unido el átomo, de la misma manera que la fuerza gravitacional de la Tierra mantiene la Luna a la vista.

Los electrones más cercanos al núcleo se adhieren al átomo con mayor fuerza que los electrones más alejados; algunos átomos se aferran a sus electrones externos con mucha fuerza, mientras que otros son un poco más laxos. La firmeza con la que ciertos átomos se aferran a sus electrones resulta importante en el ámbito de la electricidad.

Identificación de conductores y aislantes

Los materiales (como el cobre, la plata, el aluminio y otros metales) que contienen electrones externos débilmente unidos se denominan*conductores eléctricos,*o simplemente *conductores* El cobre es un buen conductor porque contiene un solo electrón débilmente ligado en los extremos más externos de su nube electrónica. Los materiales que tienden a mantener sus electrones cerca se clasifican como*aislantes eléctricos.*El aire, el vidrio, el papel y el plástico son buenos aislantes, al igual que los polímeros similares al caucho que se utilizan para aislar los cables eléctricos.

En los conductores, los electrones externos de cada átomo están tan débilmente unidos que muchos se liberan y saltan de un átomo a otro. Estos electrones libres son como ovejas pastando en una ladera: se mueven sin rumbo, sin mucha distancia ni en ninguna dirección. Pero si se les da un pequeño empujón en una dirección, se organizarán rápidamente y se moverán juntos en la dirección del empuje.

Movilizando electrones para crear corriente

La corriente eléctrica (a menudo llamada electricidad) es el desplazamiento de un gran número de electrones en la misma dirección a través de un conductor cuando se aplica una fuerza externa (o empuje). Esa fuerza externa se conoce como *Voltaje* (que describo en la siguiente sección, "Entendiendo el voltaje").

Este flujo de corriente eléctrica parece ocurrir instantáneamente. Esto se debe a que cada electrón libre, de un extremo a otro de un conductor, comienza a moverse casi inmediatamente, saltando de un átomo al siguiente. Así, cada átomo simultáneamente...*pierde* uno de sus electrones a un átomo vecino y *gananciasUn* electrón de otro vecino. El resultado de esta cascada de electrones saltarines es lo que observamos como corriente eléctrica.

Imagine una brigada de cubos: tiene una fila de personas, cada una con un cubo lleno de agua, con una persona en un extremo llenando un cubo vacío y otra en el otro, vaciando un cubo lleno. Al recibir una orden, cada persona pasa su cubo a su vecino de la derecha y acepta uno de su vecino de la izquierda. Aunque cada cubo se mueve solo una corta distancia (de una persona a la siguiente), parece como si un cubo lleno se transportara de un extremo a otro de la fila. De igual manera, con la corriente eléctrica, a medida que cada electrón desplaza al que tiene delante a lo largo de una trayectoria conductora, parece como si los electrones se movieran casi instantáneamente de un extremo al otro del conductor. (Véase la Figura 1-4).

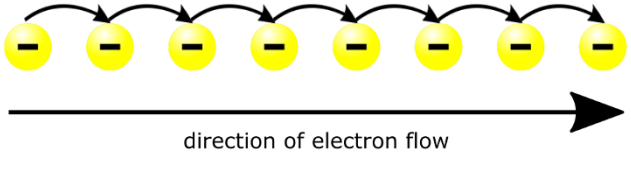


Figura 1-4: El flujo de electrones a través de un conductor es análogo a una brigada de cubos.

La fuerza de una corriente eléctrica se define por la cantidad de portadores de carga (generalmente electrones) que pasan por un punto fijo en un segundo y se mide en unidades llamadas *amperios*, o *amperios* (abreviado como A). Un amperio se define como 6.241.000.000.000.000.000 electrones por segundo. (Una forma más concisa de expresar esta cantidad, usando notación científica, es 6,241 x 10_{18}.) Medir la corriente eléctrica es análogo a medir el caudal de agua en galones por minuto o litros por segundo, por ejemplo. El símbolo *I* se utiliza para representar la fuerza de una corriente eléctrica. (Puede ser útil pensar en *I* como representación de la intensidad de la corriente.)

Experimentando la electricidad

Usted puede experimentar personalmente el flujo de electrones al arrastrar los pies sobre una alfombra en un día seco y tocar el pomo de una puerta; esa descarga que siente (y la chispa que puede ver) es el resultado de partículas cargadas eléctricamente que saltan desde la punta de su dedo hasta el pomo de la puerta, una forma de electricidad conocida como electricidad estática. *electricidad estática* es una acumulación de partículas cargadas eléctricamente que permanecen estáticas (inmóviles) hasta que son atraídas por un grupo de partículas con carga opuesta.

Los rayos son otro ejemplo de electricidad estática (pero no una que quieras experimentar). Personalmente), con partículas cargadas que viajan de una nube a otra o de una nube al suelo. La energía resultante del movimiento de estas partículas cargadas provoca que el aire que las rodea se caliente rápidamente hasta casi 20 000 grados Celsius, lo que ilumina el aire y crea una onda expansiva audible, más conocida como trueno.

Si puedes conseguir que suficientes partículas cargadas se muevan y puedes controlar su movimiento, puedes usar la energía eléctrica resultante para alimentar bombillas y otras cosas.

Quizás hayas escuchado el término *culombio* (Se utiliza para describir la magnitud de la carga transportada por 6.241.000.000.000.000.000 electrones. Un culombio se relaciona con un amperio en que un culombio es la cantidad de carga transportada por un amperio de corriente en un segundo. Es útil conocer los culombios, pero lo que realmente se necesita entender son los amperios, ya que la carga en movimiento, o corriente, es fundamental en la electrónica.

Un refrigerador típico consume entre 3 y 5 amperios de corriente, y una tostadora consume aproximadamente 9 amperios. Eso representa una gran cantidad de electrones a la vez, mucho más de los que se encuentran habitualmente en los circuitos electrónicos, donde es más probable ver la corriente medida en miliamperios (abreviado mA). *miliamperios* es una milésima de amperio, o 0,001 amperio. (En notación científica, un miliamperio es 1×10^{-3} amperio.)

Entendiendo el voltaje

La corriente eléctrica es el flujo de electrones con carga negativa a través de un conductor cuando se aplica una fuerza. Pero ¿cuál es la fuerza que provoca que los electrones se muevan en armonía? ¿Qué comanda la brigada electrónica del cubo?

Deja que la fuerza te acompañe

La fuerza que empuja a los electrones se llama técnicamente *fuerza electromotriz* (abreviado *Campo electromagnético* o *mi*), pero es más comúnmente conocido como *Voltaje* (abreviado *V*). El voltaje se mide mediante unidades llamadas (convenientemente) *voltios* ((abreviado V). Se aplica suficiente voltaje a un conductor, se proporciona un camino completo por el que pueda moverse una carga eléctrica y los electrones libres...

En el conductor, los átomos se moverán en la misma dirección, como ovejas que son llevadas a un corral, sólo que mucho más rápido.

Piense en el voltaje como presión eléctrica. De forma similar a como la presión del agua impulsa el agua a través de tuberías y válvulas, el voltaje impulsa los electrones a través de los conductores. A mayor presión del agua, mayor fuerza de empuje. A mayor voltaje, mayor intensidad de la corriente eléctrica que fluye por un conductor.

¿Por qué el voltaje debe ser diferente?

A*Voltaje*Es simplemente una diferencia de carga eléctrica entre dos puntos. En una batería, los átomos con carga negativa (átomos con abundantes electrones) se acumulan en una de las dos placas metálicas, y los átomos con carga positiva (átomos con escasez de electrones) se acumulan en la otra, creando un voltaje entre ellas. (Véase la Figura 1-5). Si se proporciona una ruta conductora entre las placas metálicas, se permite que el exceso de electrones viaje de una placa a la otra, y la corriente fluirá para neutralizar las cargas. La fuerza electromotriz que impulsa el flujo de corriente al completarse el circuito se crea por la diferencia de cargas en los terminales de la batería. (Descubrirá más sobre el funcionamiento de las baterías en la sección posterior «Obtención de corriente continua de una batería»).

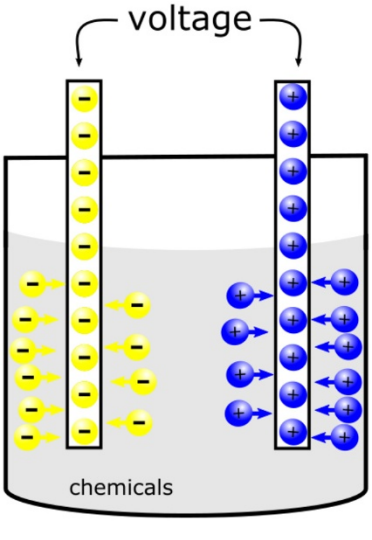


Figura 1-5: Una diferencia de carga entre las placas metálicas de una batería crea un voltaje.

También es posible que escuches los términos *diferencia de potencial, potencial de voltaje, caída de potencial,* o *caída de tensión* se utiliza para describir el voltaje. La palabra *potencial* se refiere a la posibilidad de que fluya una corriente si se completa el circuito, y las palabras *gota* y *diferencia* Ambos se refieren a la diferencia de carga que crea el voltaje. Encontrará más información sobre esto en el capítulo 3.

Poniendo la energía eléctrica a trabajar

Ben Franklin fue una de las primeras personas en observar y experimentar con la electricidad, y creó muchos de los términos y conceptos (por ejemplo, *actual*) que conocemos y amamos hoy. Contrariamente a la creencia popular, Franklin no sostuvo la llave al final de la cuerda de su cometa durante aquella tormenta de 1752. (Si la hubiera tenido, no habría estado presente durante la Guerra de Independencia de Estados Unidos). Puede que haya realizado ese experimento, pero no sosteniendo la llave.

Franklin sabía que la electricidad era peligrosa y potente, y su trabajo hizo que la gente se preguntara si habría alguna manera de utilizar el poder de la electricidad con fines prácticos. Científicos como Michael Faraday, Thomas Edison y otros profundizaron en el trabajo de Franklin y descubrieron maneras de aprovechar la energía eléctrica y darle un buen uso.

A medida que empieza a entusiasmarse con el aprovechamiento de la energía eléctrica, recuerde que hace más de 250 años, Ben Franklin sabía lo suficiente como para tener cuidado con las fuerzas eléctricas de la naturaleza, y usted también debería hacerlo. Incluso pequeñas cantidades de corriente eléctrica pueden ser peligrosas, incluso mortales, si no tiene cuidado. En el capítulo 13, explico con más detalle los daños que puede causar la corriente y las precauciones que puede (y debe) tomar para mantenerse seguro al trabajar con dispositivos electrónicos.

En esta sección, explico cómo los electrones transportan energía y cómo esa energía se puede aplicar para hacer que cosas como bombillas y motores funcionen.

Aprovechar la energía eléctrica

Al viajar por un conductor, los electrones transportan energía de un extremo al otro. Dado que las cargas iguales se repelen, cada electrón ejerce una fuerza repulsiva sin contacto sobre el electrón contiguo, impulsándolo a través del conductor. Como resultado, la energía eléctrica se propaga a través del conductor.

Si puedes transportar esa energía a un objeto que permita realizar trabajo sobre él, como una bombilla, un motor o un altavoz, puedes aprovecharla. La energía eléctrica transportada por los electrones es absorbida por el objeto y transformada en otra forma de energía, como luz, calor o movimiento. Así es como se enciende la bombilla, gira el eje del motor o se hace vibrar el diafragma del altavoz y se crea sonido.

Como no se pueden ver masas de electrones fluyendo, piensa en el agua para comprender mejor el aprovechamiento de la energía eléctrica. Una sola gota de agua no puede hacer mucho por sí sola, pero si un grupo de gotas trabaja al unísono, se canalizan a través de un conducto, se dirige el flujo de agua hacia un objeto (por ejemplo, una rueda hidráulica), se puede aprovechar la energía resultante. Así como millones de gotas de agua que se mueven en la misma dirección constituyen una corriente, millones de electrones que se mueven en la misma dirección generan una corriente eléctrica. De hecho, Benjamin Franklin planteó la idea de que la electricidad actúa como un fluido y tiene propiedades similares, como la corriente y la presión.

Pero ¿de dónde proviene la energía original, lo que impulsa el movimiento de los electrones? Proviene de...*fuente*de energía eléctrica, como una batería. (Abordo las fuentes de energía eléctrica en la sección «Suministro de energía eléctrica» de este capítulo).

Los electrones en funcionamiento suministran energía.

A los electrones que entregan energía a una bombilla u otro dispositivo, se les llama *trabajar* tiene un significado físico real.*Trabajar*Es una medida de la energía que consume el dispositivo durante un tiempo determinado al aplicar una fuerza (voltaje) a un conjunto de electrones. Cuantos más electrones se presionen y con más fuerza, mayor será la energía eléctrica disponible y mayor será el trabajo realizado (por ejemplo, cuanto más brillante sea la luz o más rápido gire el motor).

Fuerza(abreviado*PAG*) es la energía total consumida al realizar un trabajo durante un período de tiempo determinado y se mide en*vatios*(abreviado*O*).La potencia se calcula multiplicando la fuerza (voltaje) por la fuerza del flujo de electrones (corriente):

$$fuerza = corriente \times de\ voltaje$$

o

$$PAG = VI \times$$

La ecuación de potencia es una de las pocas ecuaciones a las que realmente deberías prestar atención debido a su importancia para evitar que explotes cosas. Cada componente electrónico, o*componente,*Tiene sus límites en cuanto a la potencia que puede manejar. Si se energizan demasiados electrones en un componente, se generará mucha energía térmica y podría quemarse. Muchos componentes electrónicos vienen con valores de potencia máximos para evitar sobrecalentamientos. Les recuerdo la importancia de las consideraciones de potencia en capítulos posteriores, cuando analice componentes específicos y sus valores de potencia, así como cómo usar la ecuación de potencia para asegurar la protección de sus componentes.

Uso de circuitos para garantizar que los electrones lleguen a su destino

La corriente eléctrica no fluye en cualquier lugar. (Si así fuera, recibirías descargas eléctricas todo el tiempo). Los electrones fluyen solo si se proporciona un camino conductor cerrado, conocido como *circuito eléctrico,* o simplemente una *circuito,* para que se muevan e inicien el flujo con una batería u otra fuente de energía eléctrica.

Como se muestra en la Figura 1-6, cada circuito necesita al menos tres cosas básicas para garantizar que los electrones se energicen y entreguen su energía a algo que necesita realizar trabajo:

- ✓ **Fuente de energía eléctrica:** El *fuente* proporciona el voltaje, o fuerza, que impulsa a los electrones a través del circuito. También puede que escuches los términos *fuente eléctrica, fuente de energía, fuente de voltaje,* y *fuente de energía* Se utiliza para describir una fuente de energía eléctrica.
- ✓ **Carga:** El *carga* Es algo que absorbe energía eléctrica en un circuito (por ejemplo, una bombilla, un altavoz o un refrigerador). Piense en la carga como el destino de la energía eléctrica.
- ✓ **Camino:** Un conductor *camino* Proporciona un conducto para el flujo de electrones entre la fuente y la carga. El cobre y otros conductores se utilizan comúnmente para formar alambres que proporcionan esta ruta.

Una corriente eléctrica comienza con un empujón desde la fuente y fluye a través de la ruta del cable hasta la carga, donde la energía eléctrica hace que suceda algo (como la emisión de luz) y luego regresa al otro lado de la fuente.

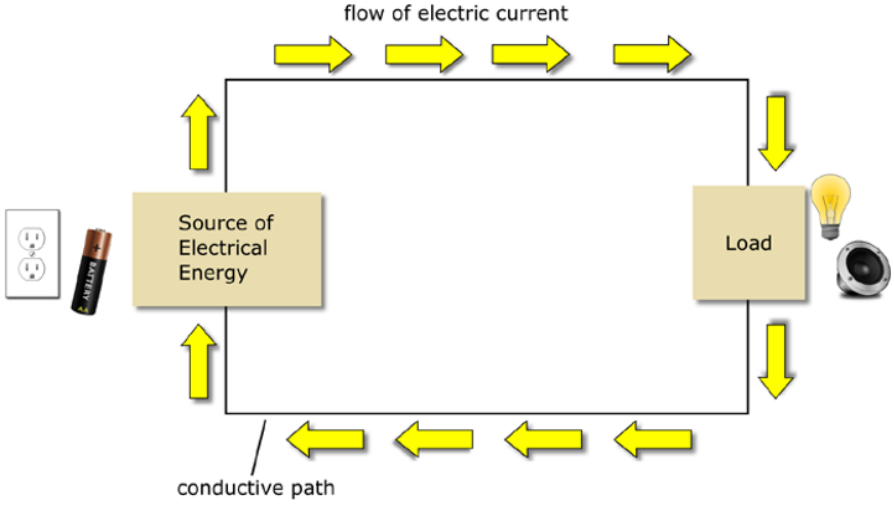


Figura 1-6: Un circuito simple que consta de una fuente de energía, una carga y un camino para la corriente eléctrica.

La mayoría de las veces, otros componentes electrónicos también están conectados a lo largo del circuito para controlar el flujo de corriente.

Si simplemente se proporciona una ruta conductora en un bucle cerrado que contiene una fuente de alimentación, pero no una bombilla, un altavoz ni ninguna otra carga externa, se mantiene un circuito y la corriente fluirá. En este caso, la función de la carga la desempeñan la resistencia del cable y la resistencia interna de la batería, que convierten la energía eléctrica en energía térmica. (Aprenderá sobre la resistencia en el Capítulo 5). Sin una carga externa que absorba parte de la energía eléctrica, la energía térmica puede derretir el aislamiento de un cable o provocar una explosión o la liberación de sustancias químicas peligrosas de una batería. En el Capítulo 3,
Explico más sobre este tipo de circuito, que se conoce como *cortocircuito*.

Suministro de energía eléctrica

Si tomas un cable de cobre y lo colocas en un bucle cerrado retorciendo los extremos, ¿crees que fluirán los electrones libres? Bueno, los electrones podrían moverse un poco, porque son muy fáciles de mover. Pero a menos que una fuerza los empuje en una u otra dirección, no habrá corriente.

Piensa en el movimiento del agua estancada en una tubería cerrada: el agua no va a fluir por la tubería por sí sola. Es necesario introducir una fuerza, una diferencia de presión, para generar la energía necesaria para que fluya una corriente por la tubería.

Asimismo, todo circuito necesita una fuente de energía eléctrica para que los electrones fluyan. Las baterías y las células solares son fuentes comunes; la energía eléctrica disponible en los enchufes de pared puede provenir de una de las muchas fuentes suministradas por la compañía eléctrica. Pero ¿qué es exactamente una fuente de energía eléctrica? ¿Cómo se genera energía eléctrica?

La energía eléctrica no se crea de la nada. (Eso iría en contra de una ley fundamental de la física llamada la conservación de la energía, que establece que la energía no se crea ni se destruye). Se genera al convertir otra forma de energía (por ejemplo, mecánica, química, térmica o luminosa) en energía eléctrica. La forma exacta en que la energía eléctrica se genera a través de tu fuente favorita resulta importante, ya que diferentes fuentes producen distintos tipos de corriente eléctrica. Los dos tipos diferentes son

- ✓ **Corriente continua (CC):** Un flujo constante de electrones en una dirección, con muy poca variación en la intensidad de la corriente. Las pilas (comúnmente conocidas como baterías) producen corriente continua (CC) y la mayoría de los circuitos electrónicos la utilizan.
- ✓ **Corriente alterna (CA):** Un flujo fluctuante de electrones que cambia de dirección periódicamente. Las compañías eléctricas suministran corriente alterna (CA) a los enchufes.

Obtener corriente continua de una batería

Una batería convierte la energía química en energía eléctrica a través de un proceso llamado *reacción electroquímica.*Cuando dos metales diferentes se sumergen en ciertas sustancias químicas, los átomos del metal reaccionan con los átomos químicos para producir átomos cargados, conocidos como*iones*Como se ve en la Figura 1-7, los iones negativos se acumulan en una placa de metal, conocida como*electrodo,*Mientras tanto, los iones positivos se acumulan en el otro electrodo. La diferencia de carga entre ambos electrodos crea un voltaje. Ese voltaje es la fuerza que los electrones necesitan para desplazarse por un circuito.

Se podría pensar que los iones con carga opuesta se moverían uno hacia el otro dentro de la batería, porque las cargas opuestas se atraen, pero los químicos dentro de la batería actúan como una barrera para evitar que esto suceda.

Para usar una batería en un circuito, conecta un lado de la carga (por ejemplo, una bombilla) al terminal negativo y el otro lado de la carga al terminal positivo. *Terminal*Es simplemente una pieza de metal conectada a un electrodo al que se pueden conectar cables. Has creado un camino que permite que las cargas se muevan y los electrones fluyan desde el terminal negativo, a través del circuito, hasta el terminal positivo. Al pasar por el filamento de la bombilla, parte de la energía eléctrica suministrada por la batería se convierte en luz y calor, lo que hace que el filamento brille y se caliente.

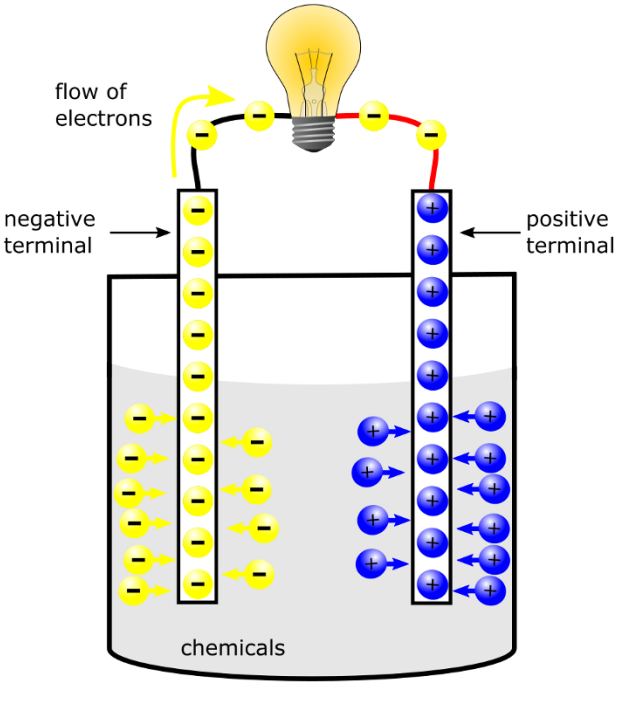


Figura 1-7: Corriente continua (CC) generada por una batería.

Los electrones siguen fluyendo mientras la batería esté conectada a un circuito y las reacciones electroquímicas sigan produciéndose. A medida que las sustancias químicas se agotan, se producen menos reacciones y el voltaje de la batería comienza a disminuir. Finalmente, la batería ya no puede generar energía eléctrica, y decimos que está descargada o muerta.

Debido a que los electrones se mueven en una sola dirección (desde el terminal negativo, a través del circuito, hasta el terminal positivo), la corriente eléctrica generada por una batería es CC. Las baterías de tamaño AAA, AA, C y D que se pueden comprar en casi cualquier lugar generan aproximadamente 1,5 voltios cada una, independientemente del tamaño. La diferencia de tamaño entre estas baterías se relaciona con la cantidad de corriente que pueden extraer de ellas. Cuanto más grande sea la batería, más corriente puede extraer y mayor será su duración. Las baterías más grandes pueden soportar cargas más pesadas, lo que significa que pueden producir más energía (recuerde: potencia = voltaje).× actual), para que puedan realizar más trabajo.

Técnicamente hablando, una batería individual no es realmente una batería (es decir, un grupo de unidades que trabajan juntas); es una*celúla*(una de esas unidades). Si conectas varias pilas, como suele hacerse en muchos tipos de linternas y juguetes infantiles,*entonces* Has creado una batería. La batería de tu coche está compuesta por seis celdas, cada una generando de 2 a 2,1 voltios, conectadas entre sí para producir un total de 12 a 12,6 voltios.

Utilizando corriente alterna de una central eléctrica

Cuando conectas una luz a un tomacorriente en tu casa, estás utilizando energía eléctrica que se origina en una planta generadora. Las plantas generadoras procesan recursos naturales, como agua, carbón, petróleo, gas natural o uranio, a través de varios pasos para producir energía eléctrica. Se dice que la energía eléctrica es...*secundario* fuente de energía porque se genera a través de la conversión de una fuente de energía primaria.

La corriente eléctrica generada por las centrales eléctricas fluctúa, o cambia de dirección, a un ritmo regular conocido como*frecuencia*En Estados Unidos y Canadá, esa frecuencia es de 60 veces por segundo, o 60 hercios (abreviado Hz), pero en la mayoría de los países europeos, la corriente alterna (CA) se genera a 50 Hz. Se dice que la electricidad que suministra un enchufe de pared promedio es de 120 voltios de CA (o 120 VCA), lo que simplemente significa que es corriente alterna a 120 voltios.

Los calentadores, lámparas, secadores de pelo y afeitadoras eléctricas se encuentran entre los aparatos eléctricos que utilizan 120 voltios de CA directamente; las secadoras de ropa, que requieren más potencia, utilizan 240 voltios de CA directamente desde un tomacorriente de pared especial. Si su secador de pelo utiliza 60 Hz y visita un país que utiliza 50 Hz, necesitará un...*convertidor de potencia* para obtener la frecuencia que necesita de su país anfitrión.

Las tabletas, computadoras, teléfonos celulares y otros dispositivos electrónicos requieren un suministro de CC constante, por lo que si usa CA para alimentar un dispositivo o circuito electrónico, deberá convertir CA a CC.*Fuentes de alimentación reguladas,*también conocido

como*Adaptadores de CA a CC,*o*Adaptadores de CA,*En realidad no*suministrar* Energía: Convierten la CA en CC y suelen venir incluidos con los dispositivos electrónicos al comprarlos. Piensa en el cargador de tu celular; este pequeño dispositivo convierte la CA en CC, que la batería del celular utiliza para recargarse.

Transformando la luz en electricidad

Las células solares, también conocidas como*células fotovoltaicas,*producen un pequeño voltaje cuando se les ilumina. Están hechos de*semiconductores,*que son materiales que se encuentran en algún punto intermedio entre conductores y aislantes en términos de su disposición a ceder sus electrones. (Abordo los semiconductores en detalle en el Capítulo 9). La cantidad de voltaje producido por una célula solar es bastante constante, sin importar cuánta luz se le aplique, pero la*fortaleza*La cantidad de corriente que puede extraer depende de la intensidad de la luz: cuanto más brillante sea la luz, mayor será la intensidad de la corriente disponible (es decir, hasta que alcance la salida máxima de la celda solar, momento en el que

No se puede extraer más corriente).

Las células solares tienen cables conectados a dos terminales para conducir electrones a través de circuitos, lo que permite alimentar la calculadora o las luces del jardín que enmarcan el camino. Quizás haya visto conjuntos de células solares para alimentar calculadoras (véase la Figura 1-8), señales de emergencia, cabinas telefónicas o luces de estacionamientos, pero probablemente no haya visto los grandes conjuntos de células solares que se utilizan para alimentar satélites (al menos no de cerca).

Los paneles solares son cada vez más populares para suministrar energía eléctrica a hogares y negocios. Si buscas en internet, encontrarás mucha información sobre cómo fabricar tus propios paneles solares, por solo unos cientos de dólares y muchas ganas de intentarlo. Puedes leer más sobre este tema en *Energía solar para tu hogar para tontos,* 2.ª edición, de Rik DeGunther (Wiley Publishing, Inc.).

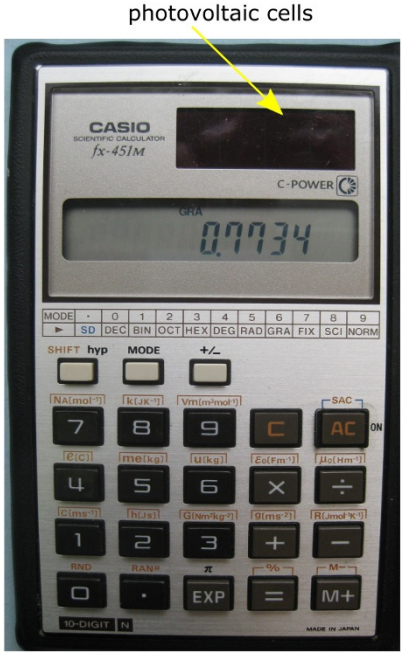


Figura 1-8: Esta calculadora funciona con células fotovoltaicas.

Uso de símbolos para representar fuentes de energía

La figura 1-9 muestra los símbolos comúnmente utilizados para representar diferentes fuentes de energía en diagramas de circuitos, o*esquemas*.

En el símbolo de la batería (ver Figura 1-9, izquierda), el signo más significa el terminal positivo (a veces llamado *cátodo*); el signo menos significa el terminal negativo (o el *ánodo*). Normalmente, el voltaje de la batería se muestra junto al símbolo. La onda sinusoidal en el símbolo de una fuente de voltaje de CA (ver Figura 1-9, centro) es un recordatorio de que el voltaje varía. En el símbolo de una célula fotovoltaica (ver Figura 1-9, derecha), las dos flechas que apuntan hacia el símbolo de la batería significan energía luminosa.

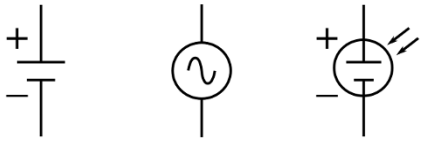


Figura 1-9: Símbolos de circuito para una batería (izquierda), una fuente de alimentación de CA (centro) y una celda fotovoltaica (derecha).

Maravillarse de lo que los electrones pueden hacer

Imagina aplicar una corriente eléctrica constante a un par de altavoces sin usar nada que la controle o "modele". ¿Qué oirías? ¡Te lo aseguro, no sería música! Al usar la combinación adecuada de componentes electrónicos, ensamblados de forma precisa, puedes controlar la vibración de cada diafragma, produciendo sonidos reconocibles, como voz o música. Se puede hacer muchísimo más con la corriente eléctrica cuando sabes cómo controlar el flujo de electrones.

La electrónica consiste en utilizar dispositivos especializados conocidos como *componentes electrónicos* (por ejemplo, interruptores, resistencias, condensadores, inductores y transistores) para controlar la corriente (también conocida como flujo de electrones) de tal manera que se realice una función específica.

Lo bueno es que una vez que entiendes cómo funcionan algunos componentes electrónicos individuales y cómo aplicar algunos principios básicos, puedes comenzar a comprender y construir circuitos electrónicos interesantes.

Esta sección proporciona sólo una muestra de los tipos de cosas que puede hacer al controlar la corriente eléctrica con circuitos electrónicos.

Creando buenas vibraciones

Los componentes electrónicos de tu iPod, estéreo de coche y otros sistemas de audio convierten la energía eléctrica en energía sonora. En cada caso, los altavoces del sistema son la carga, o el destino, de la energía eléctrica. La función de los componentes electrónicos del sistema es "modelar" la corriente que fluye hacia los altavoces para que el diafragma de cada altavoz se mueva de forma que reproduzca el sonido original.

Ver para creer

En los sistemas visuales, los componentes electrónicos controlan la sincronización y la intensidad de las emisiones de luz. Muchos dispositivos de control remoto, como el de la televisión, emiten luz infrarroja (no visible) al pulsar un botón. El patrón específico de la luz emitida actúa como una especie de código que el dispositivo que se controla comprende. Un circuito en el televisor detecta la luz infrarroja y, en efecto, decodifica las instrucciones enviadas por el control remoto.

Una pantalla de cristal líquido (LCD) de pantalla plana o un televisor de plasma consta de millones de pequeños elementos de imagen, o*píxeles,*Cada una de ellas es una luz roja, azul o verde que se puede encender o apagar electrónicamente. Los circuitos electrónicos del televisor controlan la sincronización y el encendido/apagado de cada píxel, controlando así el patrón que se dibuja en la pantalla, que es la imagen que se ve.

Detección y alarma

La electrónica también se puede utilizar para hacer que algo suceda en respuesta a un nivel específico o ausencia de luz, calor, sonido o movimiento. Electrónica*sensores*Generan o modifican una corriente eléctrica en respuesta a un estímulo. Los micrófonos, detectores de movimiento, sensores de temperatura, sensores de humedad y sensores de luz pueden utilizarse para activar otros componentes electrónicos y realizar alguna acción, como activar un abridor de puertas automático, hacer sonar una alarma o encender o apagar un sistema de riego.

Controlar el movimiento

Un uso común de la electrónica es controlar el encendido y apagado, así como la velocidad, de los motores. Al conectar diversos objetos —por ejemplo, ruedas, flaps de avión o aspas de ventilador— a los motores, se puede usar la electrónica para controlar su movimiento. Esta electrónica se encuentra en sistemas robóticos, aeronaves, naves espaciales, ascensores y muchos otros lugares.

Computación

De la misma manera que los antiguos usaban el ábaco para realizar operaciones aritméticas, también se usan calculadoras electrónicas y computadoras para realizar cálculos. Con el ábaco, se usaban cuentas para representar números, y los cálculos se realizaban manipulándolas. En los sistemas informáticos, los patrones de energía eléctrica almacenada se utilizan para representar números, letras y otra información, y los cálculos se realizan manipulando esos patrones mediante componentes electrónicos. (Por supuesto, ¡los electrones, como las abejas obreras, en su interior no tienen ni idea de que están procesando números!). El resultado de un cálculo se almacena como un nuevo patrón de energía eléctrica y, a menudo, se dirige a circuitos especiales diseñados para mostrar el resultado en un monitor u otra pantalla.

Comunicaciones de voz, vídeo y datos

Los circuitos electrónicos de tu celular trabajan en conjunto para convertir el sonido de tu voz en un patrón eléctrico, manipular dicho patrón (para comprimirlo y codificarlo y lograr una transmisión eficiente y segura), transformarlo en una señal de radio y enviarlo por aire a una torre de comunicaciones. Otros circuitos electrónicos de tu teléfono detectan los mensajes entrantes de la torre, los decodifican y convierten el patrón eléctrico del mensaje en sonido (a través de un altavoz) o en un mensaje de texto o video (a través de la pantalla del teléfono).

Los sistemas de comunicación de datos utilizan componentes electrónicos para transmitir información codificada en patrones eléctricos entre dos o más terminales. Al comprar en línea, su pedido se transmite mediante el envío de un patrón eléctrico desde su dispositivo de comunicación de datos (como una computadora portátil, un teléfono inteligente o una tableta) a través de internet a un sistema de comunicación operado por un proveedor. Con la ayuda de componentes electrónicos, puede obtener electrones para convertir sus deseos materiales en pedidos de compra y cargarlos a su tarjeta de crédito.

2

Preparándose para explorar la electrónica

En este capítulo

- Apreciar las diferentes formas de controlar la corriente eléctrica.
- Adquirir las herramientas y componentes necesarios para empezar a construir circuitos
- Recibir una sesión informativa sobre cómo utilizar una placa de pruebas sin soldadura

Controlar la corriente eléctrica es similar en muchos aspectos a controlar la corriente de H_2O. ¿De cuántas maneras diferentes se puede controlar el flujo de agua utilizando diversos dispositivos de plomería y otros componentes? Algunas de las cosas que se pueden hacer son restringir el flujo, cortarlo por completo, ajustar la presión, permitir que el agua fluya en una sola dirección y almacenar agua. (Esta analogía con el agua puede ser útil, pero no es 100 % válida; no se necesita un sistema cerrado para que el agua fluya, y...)*hacer* Se necesita un sistema cerrado para que fluya la corriente eléctrica).

Muchos componentes electrónicos pueden ayudar a controlar la energía eléctrica en los circuitos. Entre los componentes más populares se encuentran *resistencias*, que restringen el flujo de corriente y *condensadores*, que almacenan energía eléctrica. *Inductores* y *transformadores* Son dispositivos que almacenan energía eléctrica en campos magnéticos. *Diodos* se utilizan para restringir el flujo de corriente en una dirección, de forma muy similar a las válvulas, mientras que *transistores* Son componentes versátiles que se pueden utilizar para encender y apagar circuitos o amplificar la corriente. *Circuitos integrados (CI)* Contienen múltiples componentes discretos (es decir, individuales) en un solo encapsulado y pueden controlar la corriente de diversas maneras, según el circuito integrado (CI). Los sensores, interruptores y otros componentes también desempeñan un papel importante en los circuitos.

En los capítulos 3 al 12, descubrirás cómo estos diferentes componentes electrónicos manipulan la corriente y trabajan juntos para lograr resultados útiles. La mayoría de estos capítulos incluyen experimentos sencillos diseñados para mostrarte de primera mano lo que cada componente puede hacer. El capítulo 17 contiene proyectos más complejos, cada uno de los cuales implica que muchos componentes trabajen en equipo para lograr algo útil (o simplemente divertido). En este capítulo, descubrirás lo necesario para construir estos circuitos y proyectos experimentales.

Consiga las herramientas que necesita

Para completar los experimentos y proyectos de este libro, necesitarás algunas herramientas que pueden costar entre $100 y $250 en total, dependiendo de dónde las compres. Aquí enumero las herramientas esenciales y, en el capítulo 13, proporciono una lista más detallada de herramientas y suministros para el aficionado serio a la electrónica.

En la siguiente lista, proporciono algunos números de modelos (identificados por #) y precios, pero siéntete libre de buscar en línea o en ventas de garaje para encontrar mejores ofertas.

- ✓ **Multímetro:** Esta herramienta permite medir voltaje, resistencia y corriente, y es esencial para comprender qué sucede (o no) en los circuitos que construye. Compre el modelo RadioShack n.° 22-813 (40 $), que se muestra en la Figura 2-1, o uno similar. Compre también un juego de pinzas de prueba con resorte, como las de RadioShack. # 270-334 ($3.49). El capítulo 16 proporciona información detallada sobre cómo usar un multímetro.

Figura 2-1: Un multímetro y pinzas de prueba con resorte.

- ✓ **Placa de pruebas sin soldadura:** Se utiliza una placa de pruebas para construir, explorar, actualizar, desmontar y reconstruir circuitos. Recomiendo comprar un modelo más grande, como la placa de pruebas Elenco n.° 9425 de 830 contactos (aproximadamente $14 en varios proveedores en línea), que se muestra en la Figura 2-2.

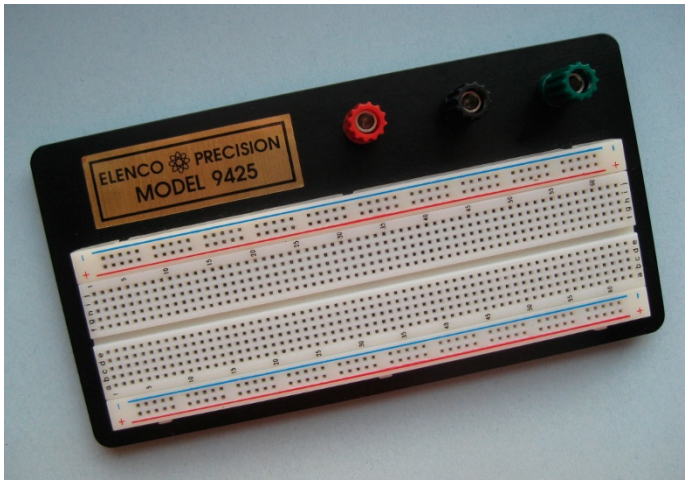


Figura 2-2: Esta placa de pruebas sin soldadura tiene 830 orificios de contacto.

✓ **Soldador:**Esta herramienta (mostrada en la Figura 2-3) permite crear una unión conductora entre piezas como cables, terminales de componentes y placas de circuitos. La necesitará para conectar los terminales a algunos potenciómetros (resistencias variables). Los modelos varían desde el Weller SP25NKUS de gama baja (20 $ en Home Depot) hasta el Weller WLC-100 de gama media (44 $ en Home Depot) y el Weller WES51 de gama alta (129 $ en Mouser.com). Necesita soldadura con núcleo de resina 60/40 en diámetros de 0,031 o 0,062 pulgadas, como la Kester 44 de gama alta (30 $ por una bobina de 1 lb).

Figura 2-3: La estación de soldadura Weller WES51 incluye un soldador con temperatura ajustable y un soporte.

- ✓ **Herramientas manuales:** Las herramientas manuales imprescindibles incluyen alicates de punta fina para doblar cables y conductores y un pelacables/cortador multiuso (ver Figura 2-4). Los alicates también son útiles para insertar y extraer componentes de tu placa de pruebas sin soldadura. Calcula gastar al menos $10 cada uno en tu ferretería local o tienda de electrónica en línea.

Figura 2-4: Un pelacables calibrado y unos alicates de punta fina.

- ✓ **Correa de muñeca antiestática:** Debe usar una correa como la de la Figura 2-5 para evitar que las cargas que se acumulan en su cuerpo dañen los circuitos integrados (CI) sensibles a la estática durante su manipulación. Compre un Zitrades. # S-W-S-1 ($10) o similar.
- ✓ **Calculadora:** Usas un poco de matemáticas al elegir ciertos componentes para tus circuitos y para ayudarte a comprender su funcionamiento. Incluso si eres un genio de las matemáticas, siempre es buena idea usar una calculadora.

Figura 2-5: Una correa de muñeca antiestática puede evitar que dañes componentes sensibles.

Abastecimiento de suministros esenciales

En esta sección, proporciono una lista completa de los componentes electrónicos, fuentes de alimentación, interconexiones y otras piezas necesarias para completar los experimentos de los capítulos 3 a 11 y los proyectos del capítulo 17. Puede encontrar la mayoría de estos productos en las tiendas RadioShack (muchas de las cuales están en proceso de cierre al momento de escribir este artículo). Si planea, puede encontrar excelentes ofertas en línea.

En Amazon.com, eBay.com, Parts-Express.com y otros sitios web. Consulte las opiniones de los consumidores sobre los productos, los costos de envío y los plazos de entrega antes de realizar un pedido en línea. Consulte el Capítulo 19 para obtener más información sobre repuestos.

En la lista que sigue, a veces especifico un código de producto (identificado por #) y su precio (al momento de escribir esto, a mediados de 2015). Lo hago solo para darle una idea de qué buscar y aproximadamente cuánto debería pagar. Dado que suele haber varias opciones disponibles, no dude en comparar precios. Aquí está su lista de compras de componentes electrónicos, la mayoría de los cuales se muestran en la Figura 2-6:

✓ Baterías y accesorios

- Una batería nueva desechable de 9 voltios (no recargable), como mínimo.
- Cuatro pilas AA desechables (mínimo) nuevas.
- Un portapilas para cuatro pilas (AA) con cables o terminales para un conector rápido de pilas. Parts Express n.° 140-972 (US$1,49) o similar.
- Una pinza de batería de 9 voltios (a veces llamada conector rápido). Compre dos si su portapilas tiene terminales para una pinza en lugar de cables. Parts Express n.° 090-805 (0,65 $ cada uno) o similar.

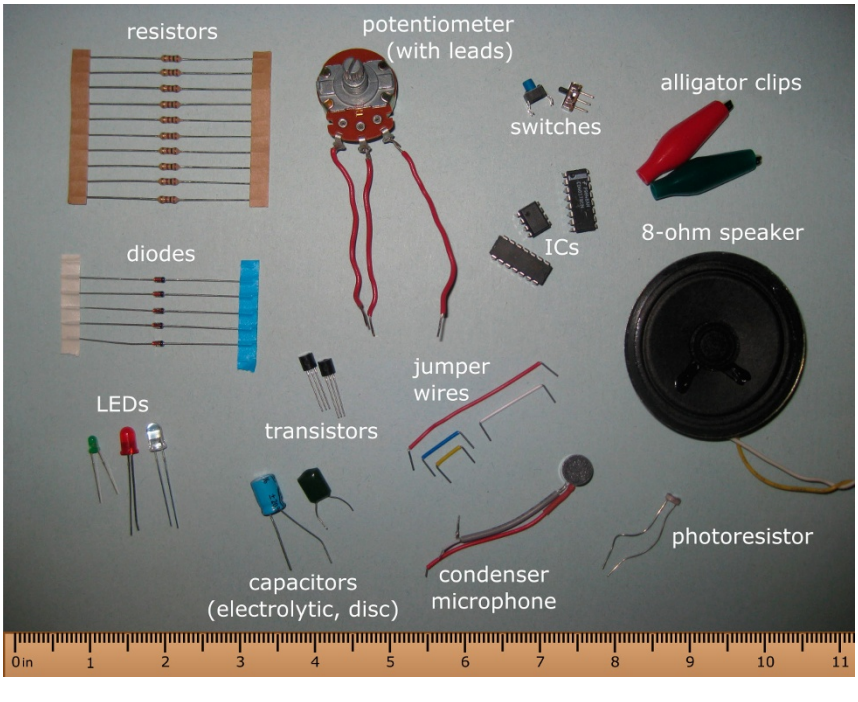


Figura 2-6: Una muestra de los componentes electrónicos utilizados en los experimentos y proyectos de este libro.

✓ **Cables, pinzas de cocodrilo e interruptores**

- Cable sólido calibre 22, aislado, de al menos 1,2 metros (se recomiendan varios colores, pero no es necesario). Los modelos Elenco n.° 884420 (rojo), n.° 884440 (amarillo) y n.° 884410 (negro) cuestan menos de $3 cada uno en varios proveedores en línea. Cada modelo incluye 7,6 metros de cable en un carrete.
- Cables de puente precortados y pelados (opcionales, pero muy recomendables). Compre RadioShack n.° 276-173 (US$7) o similar.
- Pinzas de cocodrilo totalmente aisladas. Consigue un juego de 10, preferiblemente en colores surtidos. Compra las pinzas RadioShack n.° 270-378 (minipinzas de 3,18 cm) o n.° 270-356 (pinzas de 5 cm) o similares (2,50-3,50 $ por juego).
- Cinco (mínimo) interruptores deslizantes unipolares de dos posiciones (SPDT). Asegúrese de que estos interruptores sean compatibles con la placa de pruebas, con pines separados por 2,54 mm (0,1 pulgadas). Mouser n.° 123-09.03201.02 (1,15 $ cada uno), Banana Robotics n.° BR010115 (paquete de 5 por 0,99 $) o similar.
- Ocho mini interruptores pulsadores (momentáneos, normalmente abiertos). Compre SparkFun Electronics #COM-00097 (0,35 $ c/u), Amico. # a12011500ux0302 (paquete de 100 por $3.90 en Amazon.com) o similar. Puede usar sus alicates para enderezar las patas curvas de estos miniinterruptores para que encajen mejor en su placa de pruebas sin soldadura. Banana Robotics vende un paquete de 10 interruptores pulsadores de 2 pines por $0.99 (#BR010084).

✓ **Resistencias:** Necesitará resistencias de distintos valores. Muchos proveedores venden resistencias en paquetes de 5 o 10 por $1 o menos. Las resistencias de 1/4 de vatio con una tolerancia del 10 % o 20 % son adecuadas. Puede pedir un paquete múltiple para cada valor de resistencia o comprar un paquete variado, como el de RadioShack.
271-312 ($14.49), que contiene 500 resistencias surtidas de 1/4 W con una tolerancia del 5% e incluye todos los valores que se indican a continuación. Aquí están los valores de las resistencias, los códigos de color para identificarlas y las cantidades mínimas necesarias:

- Uno de 330 Ω (naranja-naranja-marrón)
- Tres 470 Ω (amarillo-violeta-marrón)
- Uno de 820 Ω (gris-rojo-marrón)
- Dos de 1 kΩ (negro-marrón-rojo)
- Uno de 1,2 kΩ (marrón-rojo-rojo)
- Dos de 1,8 kΩ (marrón-gris-rojo)
- Dos de 2,2 kΩ (rojo-rojo-rojo)
- Un 2,7 kΩ (rojo-violeta-rojo)
- Uno de 3 kΩ (naranja-negro-rojo)
- Uno de 3,9 kΩ (naranja-blanco-rojo)
- Uno de 4,7 kΩ (amarillo-violeta-rojo)

- Cuatro de 10 kΩ (marrón-negro-naranja)
- Uno de 12 kΩ (marrón-rojo-naranja)
- Uno de 15 kΩ (marrón-verde-naranja)
- Uno de 22 kΩ (rojo-rojo-naranja)
- Uno de 47 kΩ (amarillo-violeta-naranja)
- Uno de 100 kΩ (marrón-negro-amarillo)

✓ **Potenciómetros (resistencias variables)**

- Uno de 10 kΩ; Parts Express n.° 023-628 ($1,55) o similar
- Uno de 50 kΩ; Parts Express n.° 023-632 ($1,55) o similar
- Uno de 100 kΩ; Parts Express n.° 023-634 ($1,55) o similar
- Uno de 1 MΩ; Parts Express n.° 023-640 ($1,60) o similar

✓ **Condensadores:** Para los condensadores de la siguiente lista, basta con una tensión nominal de 16 V o superior. Los precios oscilan entre $0,10 y $1,49 cada uno, según el tamaño y el proveedor (en línea es más económico).

- Dos discos de 0,01 µF
- Un disco de 0,047 µF
- Un disco de 0,1 µF
- Un electrolítico de 4,7 µF
- Tres electrolíticos de 10 µF
- Un electrolítico de 47 µF
- Un electrolítico de 100 µF
- Un electrolítico de 220 µF
- Un electrolítico de 470 µF

✓ **Diodos:** Las cantidades mínimas se especifican en la siguiente lista, pero te recomiendo que compres al menos unas cuantas más de cada una (son baratas y se pueden freír).

- Diez diodos 1N4148. Estos diodos cuestan unos pocos centavos cada uno en línea, o puedes comprar un paquete de 10 en RadioShack por unos $2.
- Diez diodos emisores de luz difusa (LED), de cualquier tamaño (se recomiendan 3 mm o 5 mm) y de cualquier color. Puede comprar al menos uno rojo, uno amarillo y uno verde para el circuito del semáforo del capítulo 17. Estos LED cuestan entre $0,08 y $0,25 cada uno en línea (por ejemplo, Parts Express n.° 070-020).
- Ocho LED ultrabrillantes de 5 mm, de cualquier color. Si realmente quieres usar el intermitente LED para bicicleta que construiste en el Capítulo 17, te recomendamos comprar los rojos, como los Parts Express n.° 070-501 (0,58 $ cada uno).

- ✓ **Transistores:** Compra uno o dos más de la cantidad mínima especificada de cada tipo, por si acaso se te fríe alguno. Cuestan unos $0.30 cada uno en línea o $1.49 cada uno en las tiendas RadioShack.
  - Dos transistores bipolares NPN 2N3904, 2N2222, BC548 o cualquier otro de uso general
  - Un transistor bipolar PNP 2N3906, 2N2907 o cualquier otro de uso general
- ✓ **Circuitos integrados (CI)**
  - Una puerta NAND CMOS 74HC00 cuádruple de 2 entradas y encapsulado DIP de 14 pines. Compre dos, ya que se dañan fácilmente con descargas estáticas. Compre Jameco n.° 906339 (0,79 $) o similar.
  - Dos temporizadores 555 (DIP de 8 pines). Recomiendo comprar uno o dos chips adicionales. Este circuito integrado cuesta entre $0,25 y $1 en línea o $2 en tiendas RadioShack.
  - Un amplificador de potencia de audio LM386 (DIP de 8 pines). El precio estimado es de $1 a $2 en línea o en RadioShack.
  - Un contador de décadas CMOS 4017. Recomiendo adquirir al menos un chip adicional, debido a su sensibilidad a la estática. El precio por chip en línea oscila entre $0.35 y $2, dependiendo de la cantidad.
- ✓ **Misceláneas**
  - Un altavoz de 8 Ω, 0,5 W. Compre RadioShack #273-092 ($3,99) o similar.
  - Una o más fotorresistencias (cualquier valor servirá). RadioShack vende un paquete de 5 (#276-1657) por $3.99, pero puedes encontrar cantidades mayores por menos dinero en línea.
  - Micrófono de condensador (opcional). Compre el RadioShack n.° 270-092 (3,99 $) o similar.
  - Un lápiz de madera o una espiga de madera de diámetro pequeño.
  - Una barra magnética relativamente fuerte, de aproximadamente 2 pulgadas de largo.

Preparándose para la pelea

Una vez que hayas comprado todos los suministros, herramientas y componentes, debes hacer algunas cosas antes de poder comenzar a construir circuitos:

- ✓ **Conecte un clip de batería a una batería de 9 voltios.** La pinza incluye cables para conectar la batería de 9 voltios a la placa de pruebas sin soldadura. Los cables están codificados por colores: el rojo indica el terminal positivo de la batería y el negro el negativo. (Ver Figura 2-7).

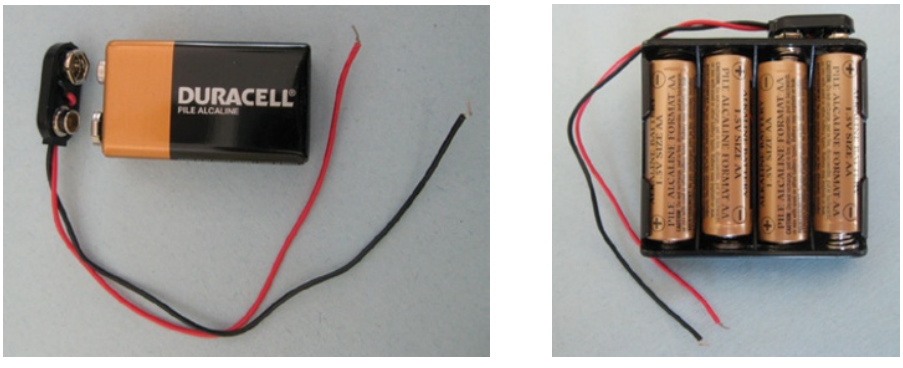


Figura 2-7: Prepare sus baterías para usarlas en una placa de pruebas sin soldadura.

- ✓ **Inserte las cuatro pilas AA en el soporte para cuatro pilas, teniendo en cuenta los marcadores de polaridad.**El soporte de la batería está cableado para conectar las cuatro baterías de extremo a extremo, creando un paquete de baterías que suministra ×1,5 6 voltios. Si su portapilas de cuatro pilas no tiene cables, conecte un Conecte el clip de la batería a los conectores a presión del soporte. (Ver Figura 2-7).
- ✓ **Conecte los cables a los potenciómetros.**Este paso implica cortar tres tramos cortos (de 5 a 7,5 cm cada uno) de cable sólido de calibre 22 para cada potenciómetro, pelar ambos extremos de cada cable y soldar los cables pelados a los terminales del potenciómetro (consulte la fila superior en la Figura 2-6). Consulte el Capítulo 15 para obtener instrucciones detalladas sobre la soldadura.

Uso de una placa de pruebas sin soldadura

Esta sección ofrece una breve descripción general del uso de una placa de pruebas sin soldadura. Explico mucho más sobre las placas de pruebas sin soldadura en el capítulo 15, y le recomiendo encarecidamente que lo lea antes de adentrarse en la construcción de circuitos, ya que necesita conocer las limitaciones de estas prácticas plataformas de construcción de circuitos.

A*placa de pruebas sin soldadura*Es un tablero de plástico rectangular reutilizable que contiene varios cientos de cuadrados.*enchufes,*O agujeros de contacto, donde se conectan componentes como resistencias, condensadores, diodos, transistores y circuitos integrados. Los grupos de agujeros de contacto están conectados eléctricamente mediante tiras metálicas flexibles que discurren bajo la superficie. La foto de la Figura 2-8 muestra parte de una placa de pruebas sin soldadura de 830 contactos con líneas amarillas añadidas para visualizar las conexiones subyacentes entre los agujeros de contacto.

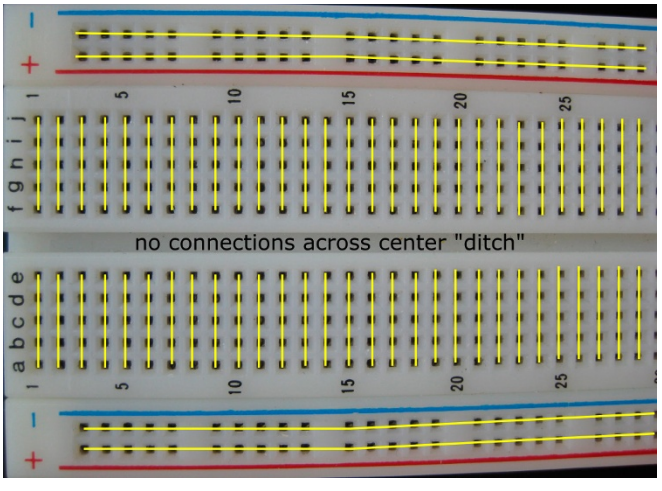
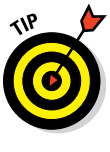


Figura 2-8: Los orificios de contacto en una placa de pruebas sin soldadura están dispuestos en filas y columnas que están conectadas eléctricamente en pequeños grupos debajo de la superficie.

Supongamos que introduces un cable de una resistencia en el orificio b5 de la placa de pruebas (Figura 2-8). Conectas ese cable a la tira metálica subyacente que conecta los cinco orificios de la columna 5, filas a a e. Al conectar, por ejemplo, un cable de un condensador en el orificio d5, se establece una conexión entre la resistencia y el condensador, ya que los orificios b5 y d5 están conectados eléctricamente. Puedes construir un circuito funcional, sin conectar permanentemente los componentes, conectando los componentes para realizar las conexiones necesarias y luego conectando los cables desde la placa de pruebas a la fuente de alimentación (por ejemplo, una batería de 9 voltios).



Las placas de pruebas sin soldadura permiten probar un circuito fácilmente intercambiando componentes. Lo malo es que son fáciles de cometer errores. Algunos errores comunes incluyen conectar ambos cables de un componente en orificios de la misma fila (es decir, crear una conexión no deseada) y conectar un cable en un orificio de la fila contigua a la deseada (es decir, dejar una conexión deseada sin conectar).

3

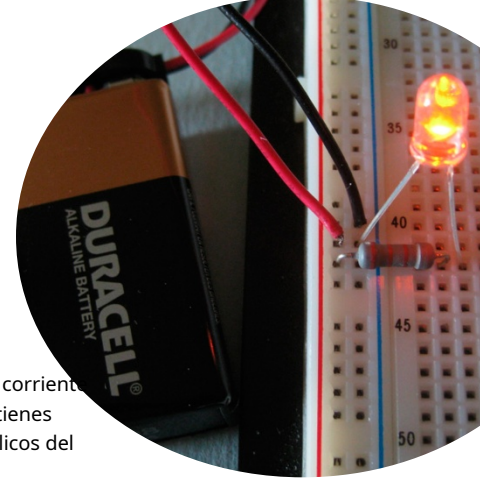
Corriendo en circuitos

En este capítulo

- Realizar las conexiones correctas con un circuito
- Ser positivo acerca de la dirección del flujo de corriente
- Arrojando luz sobre un circuito en acción
- Ver cómo se comparan los voltajes y las corrientes
- Descubrir cuánta energía eléctrica se utiliza

La corriente eléctrica no fluye por todas partes. (Si así fuera, recibirías descargas eléctricas todo el tiempo). Los electrones solo fluyen si se proporciona un camino conductor cerrado, conocido como *circuito eléctrico*, o simplemente una *circuito*, para que se muevan e inicien el flujo con una batería u otra fuente de energía eléctrica.

En este capítulo, descubrirás cómo fluye la corriente eléctrica en un circuito y por qué la corriente convencional puede considerarse como electrones que se mueven en sentido inverso. También explorarás la complejidad de un circuito electrónico simple que puedes construir tú mismo. Finalmente, aprenderás a medir voltajes y corrientes en ese circuito y a calcular la cantidad de potencia suministrada y utilizada en un circuito.



Comparación de circuitos cerrados, abiertos y cortocircuitos

Necesitas un camino cerrado, o *circuito cerrado*, para que fluya la corriente eléctrica. Si hay una interrupción en cualquier parte del camino, tienes una *circuito abierto*, Y la corriente deja de fluir, y los átomos metálicos del cable se establecen rápidamente en una existencia pacífica y eléctricamente neutra. (Véase la Figura 3-1).

Imagine un galón de agua fluyendo por una tubería abierta. El agua fluirá brevemente, pero se detendrá cuando salga toda la tubería. Si bombea agua a través de un sistema de tuberías cerrado, el agua seguirá fluyendo mientras la obligue a moverse.

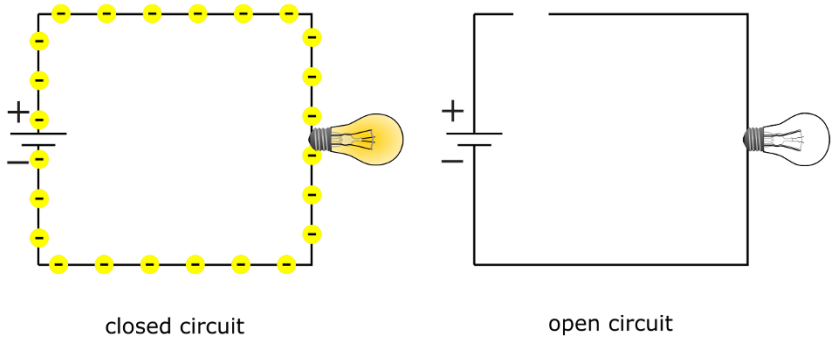


Figura 3-1: Un circuito cerrado permite que fluya la corriente, pero un circuito abierto deja electrones varados.

Los circuitos abiertos suelen crearse por diseño. Por ejemplo, un simple interruptor de luz abre y cierra el circuito que conecta una luz a una fuente de alimentación. Al construir un circuito, conviene desconectar la batería u otra fuente de alimentación cuando no se utilice. Técnicamente, eso crea un circuito abierto.

Una linterna apagada es un circuito abierto. En la linterna de la Figura 3-2, el botón negro plano de la esquina inferior izquierda controla el interruptor interno. El interruptor no es más que dos piezas metálicas flexibles muy próximas entre sí. Con el botón negro completamente deslizado hacia la derecha, el interruptor está abierto y la linterna está apagada.

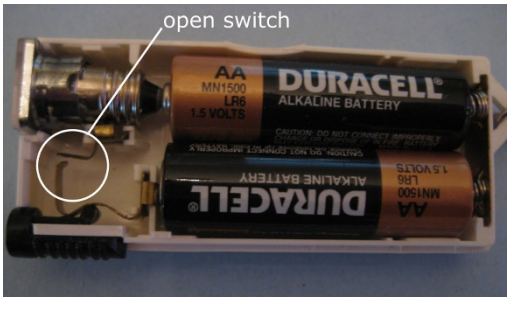


Figura 3-2: Un interruptor en la posición abierta desconecta la bombilla de la batería, creando un circuito abierto.

Al encender la linterna deslizando el botón negro hacia la izquierda, se juntan las dos piezas metálicas (o se cierra el interruptor) y se completa el circuito para que pueda circular la corriente. (Ver Figura 3-3).

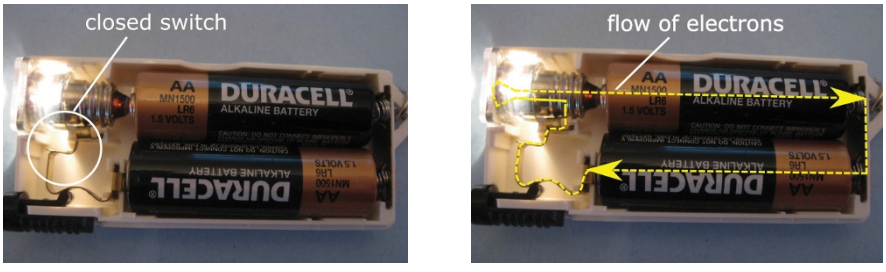


Figura 3-3: Al cerrar el interruptor se completa la ruta conductora de esta linterna, permitiendo que los electrones fluyan.

A veces, los circuitos abiertos se crean por accidente. Por ejemplo, se olvida conectar una batería o se rompe un cable en algún punto del circuito. Al construir un circuito con una placa de pruebas sin soldadura (que analizo en los capítulos 2 y 15), se puede conectar por error un extremo de un componente en el orificio equivocado, dejándolo desconectado y creando un circuito abierto. Los circuitos abiertos accidentales suelen ser inofensivos, pero pueden ser causa de mucha frustración al intentar averiguar por qué el circuito no funciona como se espera.

Los cortocircuitos son otra cuestión completamente distinta. *cortocircuito* Es una conexión directa entre dos puntos de un circuito que no deberían estar conectados directamente, como los dos terminales de una fuente de alimentación. (Véase la Figura 3-4). Como se descubre en el Capítulo 5, la corriente eléctrica toma el camino de menor resistencia; por lo tanto, en un cortocircuito, la corriente evitará otros caminos paralelos y circulará por la conexión directa. (Piense en la corriente como si fuera perezosa y tomara el camino por el que no tiene que realizar mucho trabajo).

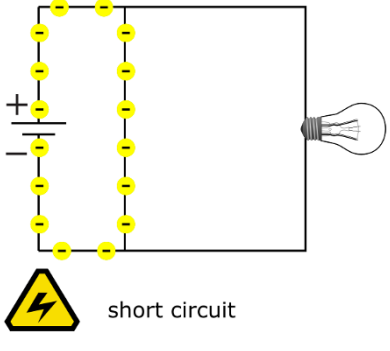


Figura 3-4: En un cortocircuito, la corriente puede desviarse del camino por el cual se pretendía que fluyera.

Si se produce un cortocircuito en una fuente de alimentación, se envían grandes cantidades de energía eléctrica de un lado de la fuente de alimentación al otro. Al no haber nada en el circuito que limite la corriente y absorba la energía eléctrica, el calor se acumula rápidamente en el cable y en la fuente de alimentación. Un cortocircuito puede derretir el aislamiento de un cable y provocar un incendio, una explosión o la liberación de sustancias químicas nocivas de ciertas fuentes de alimentación, como una batería recargable o una batería de coche.

Comprensión del flujo de corriente convencional

Los primeros experimentadores creían que la corriente eléctrica era el flujo de cargas positivas, por lo que la describieron como el flujo de una carga positiva de un terminal positivo a uno negativo. Mucho más tarde, los experimentadores descubrieron los electrones y determinaron que fluyen de un terminal negativo a uno positivo. Esta convención original aún se mantiene, por lo que la norma es representar la dirección de la corriente eléctrica en los diagramas con una flecha que apunta en dirección opuesta a la dirección real del flujo de electrones.

Corriente convencional Es el flujo de una carga positiva de positivo a negativo y es el inverso del flujo real de electrones. (Véase la Figura 3-5). Todas las descripciones de circutos electrónicos utilizan corriente convencional, por lo que si ve una flecha que representa el flujo de corriente en un diagrama de circuito, sabrá que muestra la dirección del flujo de corriente convencional. En electrónica, el símbolo *I* representa la corriente convencional, medida en amperios (o amps, abreviado *A*). Es más probable que te encuentres con *miliamperios* (*mamá*) en circuitos que construyes en casa. Un miliamperio es una milésima parte de un amperio.

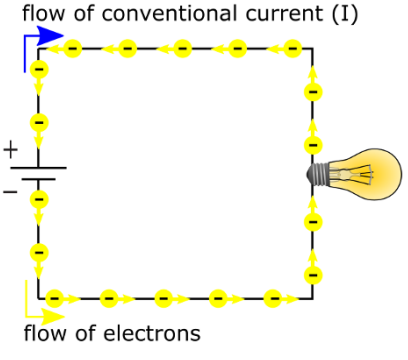
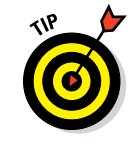


Figura 3-5: La corriente convencional fluye en un sentido; los electrones fluyen en el otro.



En los circuitos de CA, la corriente es constante. Invertir la dirección. Entonces, ¿cómo se muestra el flujo de corriente en un diagrama de circuito? ¿Hacia dónde debe apuntar la flecha? La respuesta es que no importa. Se elige arbitrariamente una dirección para el flujo de corriente (conocida como *dirección de referencia*), y etiqueta esa corriente *I*. El valor de *I* fluctúa hacia arriba y hacia abajo a medida que la corriente alterna. Si el valor de *I* es negativo, eso simplemente significa que la corriente (convencional) fluye en la dirección opuesta a la que apunta la flecha.

Examen de un circuito básico

El diagrama de la Figura 3-6 muestra un circuito a batería que alimenta un diodo emisor de luz (LED), similar al que se encuentra en una minilinterna LED. Lo que se ve en la figura es un diagrama de circuito, o *esquemático,* Que muestra todos los componentes del circuito y cómo están conectados. (Abordo los esquemas en detalle en el Capítulo 14).

La batería suministra 6 voltios de CC (es decir, 6 voltios constantes) al circuito. El signo más junto al símbolo de la batería indica el terminal positivo de la batería, por donde fluye la corriente (corriente convencional, por supuesto).

El signo negativo cerca del símbolo de la batería indica el terminal negativo de la batería, al que fluye la corriente tras recorrer el circuito. La flecha en el circuito indica la dirección de referencia del flujo de corriente y, dado que apunta en dirección opuesta al terminal positivo de la batería en un circuito de CC, se espera que el valor de la corriente sea positivo en todo momento.

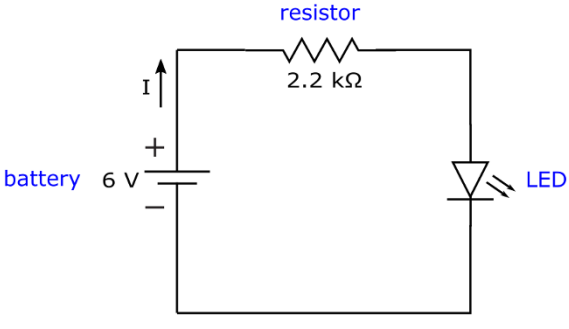


Figura 3-6: La corriente suministra energía eléctrica desde la batería a la resistencia y al LED.

Las líneas en el diagrama del circuito muestran cómo se conectan los componentes del circuito, mediante cables u otros conectores. (Abordo varios tipos de cables y conectores en el Capítulo 12). Los componentes electrónicos generalmente se fabrican con *dirige*—cables salientes conectados a las entrañas del componente que proporcionan los medios para conectar el componente a otros elementos del circuito.

El símbolo de zigzag en el diagrama del circuito representa una resistencia. La función de la*resistor*Su función es limitar la corriente que fluye por el circuito, de forma similar a como una manguera de jardín se dobla y restringe el flujo de agua. El capítulo 5 ofrece más información sobre resistencias, pero por ahora, solo recuerda que la resistencia se mide en ohmios (simbolizados como Ω) y que la resistencia de este circuito evita que el LED se destruya.

El LED se simboliza mediante un triángulo con un segmento de línea en un extremo y dos flechas apuntando hacia afuera. La parte triangular del símbolo representa un*diodo,*Y las dos flechas hacia afuera representan el hecho de que este diodo emite luz (por lo tanto, es un diodo emisor de luz). Los diodos forman parte de una clase especial de componentes electrónicos conocidos como*semiconductores,*que describo en el Capítulo 9.

Al construir este circuito y medir voltajes y corrientes, aprenderás mucho sobre el funcionamiento de los circuitos. Las mediciones de voltaje y corriente son clave para descubrir cómo se utiliza la energía eléctrica generada por la batería en el circuito. ¡Comencemos!

Construyendo el circuito LED básico

Aquí están las piezas que necesitas para construir el circuito LED:

- ✓ Cuatro pilas AA de 1,5 voltios (asegúrese de que sean nuevas)
- ✓ Un soporte para cuatro pilas (para pilas AA)
- ✓ Un clip de batería
- ✓ Una resistencia de 2,2 kΩ (identificada por un patrón de rayas rojas-rojas-rojas y luego una raya dorada o plateada)
- ✓ Un LED rojo (de cualquier tamaño)
- ✓ Tres pinzas de cocodrilo aisladas *o* una placa de pruebas sin soldadura

Podrás descubrir dónde conseguir piezas en el Capítulo 2 o en el Capítulo 19.

Inserte las pilas en el portapilas, observando las marcas de polaridad, y fije el clip. El portapilas está cableado para conectar las cuatro pilas de extremo a extremo, creando un paquete de baterías que suministra 1,5-6 voltios a través de los cables que salen del clip.

Antes de construir el circuito, conviene usar el multímetro para verificar el voltaje de la batería y el valor de la resistencia (sobre todo si no está seguro de sus valores). Para más información sobre el uso del multímetro, consulte el capítulo 16.

Configure su multímetro para medir voltaje de CC. Conecte la sonda negra (negativa) al cable negro que sale de la batería y la sonda roja (positiva) al cable rojo que sale de la batería. Debería obtener una lectura de al menos 6 voltios, ya que las baterías nuevas suministran un voltaje superior al nominal. Si la lectura es mucho menor a 6 voltios, retire las baterías y revise cada una individualmente.

Para comprobar el valor de la resistencia, cambie el selector del multímetro a la posición de ohmios y toque cada extremo de la resistencia con un cable (no importa en qué dirección). Verifique que el valor de la resistencia sea aproximadamente de 2,2 kΩ (2200 Ω).

Puedes construir el circuito LED usando pinzas de cocodrilo para conectar los componentes o usando una placa de pruebas sin soldadura para realizar las conexiones. Te guiaré en ambos métodos de construcción. Ten en cuenta que, al explicar cómo tomar medidas de voltaje y corriente, proporciono imágenes del circuito de la placa de pruebas. Puedes leer más sobre la construcción de circuitos en el Capítulo 15.

Construyendo el circuito con pinzas de cocodrilo

Utilice las pinzas de cocodrilo para realizar las conexiones en el circuito, como se muestra en la Figura 3-7. Tenga en cuenta que la orientación de la resistencia no importa, pero sí la del LED. Conecte el cable más largo del LED.

Conecta el cable a la resistencia y el cable más corto del LED al negativo (cable negro) de la batería. Al finalizar la conexión, el LED debería brillar.

Si conectas un LED incorrectamente, no se encenderá y podría dañarse. Descubre por qué en el capítulo 9.

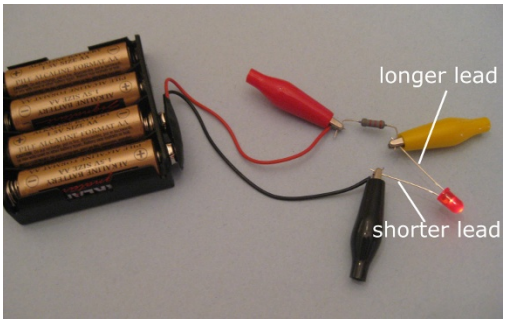


Figura 3-7: Las pinzas de cocodrilo conectan los componentes en este sencillo circuito LED.

Construyendo el circuito con una placa de pruebas sin soldadura

Las figuras 3-8 y 3-9 muestran el circuito configurado en una placa de pruebas sin soldadura. En los capítulos 2 y 15 se explica que una placa de pruebas sin soldadura conecta los orificios, de modo que solo es necesario insertar los componentes en los lugares correctos. En los lados izquierdo y derecho de la placa de pruebas, todos los orificios de cada columna están conectados entre sí. En las dos secciones centrales de la placa de pruebas, los cinco orificios de cada fila están conectados entre sí.

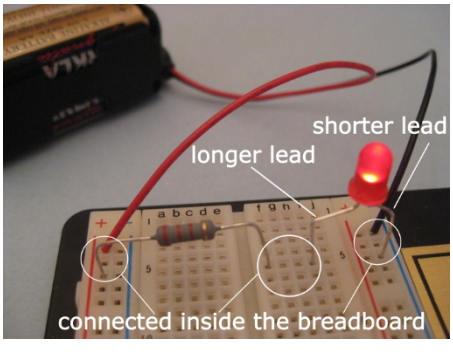


Figura 3-8: El circuito LED es fácil de configurar en una placa de pruebas sin soldadura.

Al configurar el circuito en la placa de pruebas, recuerde que no

Independientemente de cómo oriente la resistencia, asegúrese de orientar el LED de modo que el cable más corto esté conectado al polo negativo de la batería. Si corta los cables para que el circuito quede más ordenado (como se muestra en la Figura 3-9), recuerde registrar cuál cable era el más corto al principio. Utilice un puente corto en el circuito recortado para conectar la resistencia al LED. (En el Capítulo 9, descubrirá otra forma de identificar qué cable es cuál en un LED).

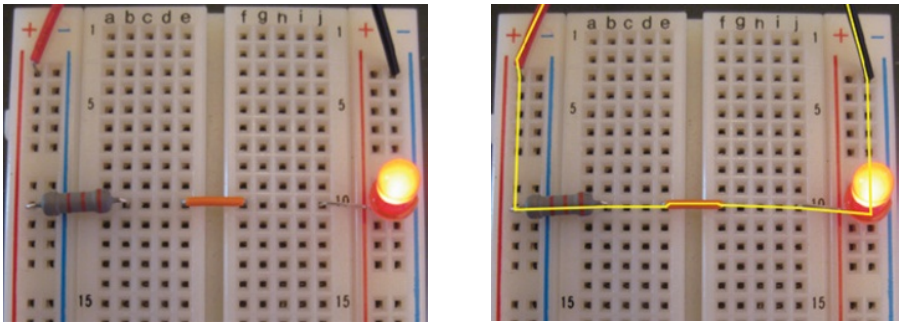


Figura 3-9: Una forma más sencilla de construir tu circuito. La línea amarilla muestra la ruta por la que fluye la corriente hacia y desde la batería.

Examinando voltajes

En esta sección, explico cómo usar el multímetro para medir el voltaje en la batería, la resistencia y el LED del circuito. (En el capítulo 16 encontrará información detallada sobre el uso del multímetro).

Tenga en cuenta que los puntos de conexión entre los componentes son los mismos, independientemente de si construyó el circuito con una placa de pruebas o con pinzas de cocodrilo. El cable rojo del multímetro debe tener un voltaje mayor que el cable negro, así que asegúrese de orientar las sondas como se describe. Configure el multímetro para medir voltaje de CC y prepárese para tomar medidas.

¿Cual es tu voltaje?

Si alguna vez ves referencias al voltaje *en un solo punto* En un circuito, siempre es con respecto al voltaje en otro punto del circuito, generalmente el *tierra de referencia,* o *puntos en común* (A menudo simplemente llamado *suelo*), el punto del circuito que (arbitrariamente) se considera a 0 voltios. A menudo, se utiliza el terminal negativo de una batería como tierra de referencia, y todos los voltajes del circuito se miden con respecto a ese punto de referencia.

Una analogía que puede ayudarle a comprender que la medición de voltaje es una medición de distancia.

Si alguien te preguntara: "¿Cuál es tu distancia?", probablemente responderías: "¿Distancia de qué?". De igual manera, si te preguntaran: "¿Cuál es el voltaje en el punto del circuito donde la corriente entra al LED?", deberías preguntar: "¿Con respecto a qué punto del circuito?". Por otro lado, podrías decir: "Estoy a ocho kilómetros de casa", y ya has indicado tu distancia desde un punto de referencia (casa). Así que si dices: "El voltaje donde la corriente entra a la bombilla es de 1,7 voltios con respecto a tierra", eso tiene todo el sentido.

Primero, mida el voltaje que la batería suministra al circuito. Conecte el cable positivo (rojo) del multímetro al punto donde el cable positivo (rojo) de la batería se conecta a la resistencia, y el cable negativo (negro) del multímetro al punto donde el cable negativo (negro) de la batería se conecta al LED. Vea la Figura 3-10. ¿Obtiene una lectura de voltaje cercana a la tensión de alimentación nominal de 6 V? (Las baterías nuevas pueden suministrar más de 6 V; las baterías viejas suelen suministrar menos de 6 V).

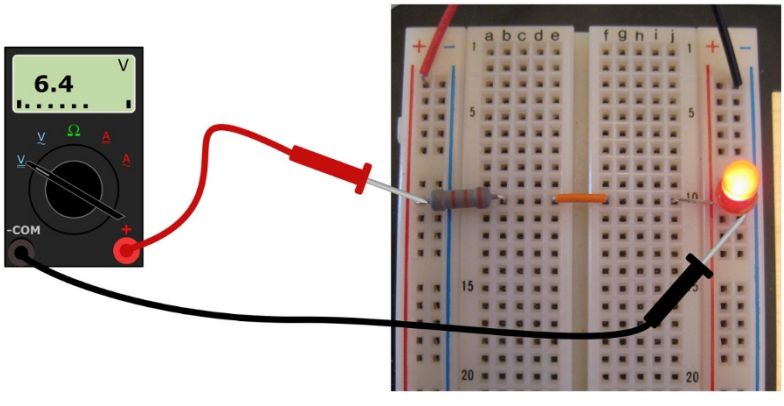


Figura 3-10: Mida el voltaje suministrado por el paquete de baterías.

A continuación, mida el voltaje en la resistencia. Conecte el cable positivo (rojo) del multímetro al punto donde la resistencia se conecta con el polo positivo de la batería, y el cable negativo (negro) al otro lado de la resistencia. Consulte la Figura 3-11. La lectura de voltaje debe ser similar a la que aparece en el multímetro en la figura.

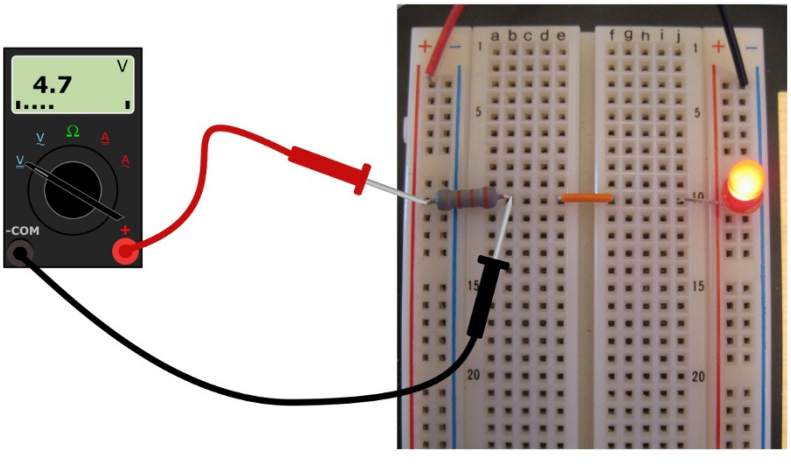


Figura 3-11: Mida el voltaje a través de la resistencia.

Finalmente, mida el voltaje en el LED. Coloque el cable rojo del multímetro en el punto donde el LED se conecta con la resistencia, y el cable negro en el punto donde el LED se conecta al polo negativo de la batería. Consulte la Figura 3-12. ¿La lectura de voltaje fue similar a la de la figura?

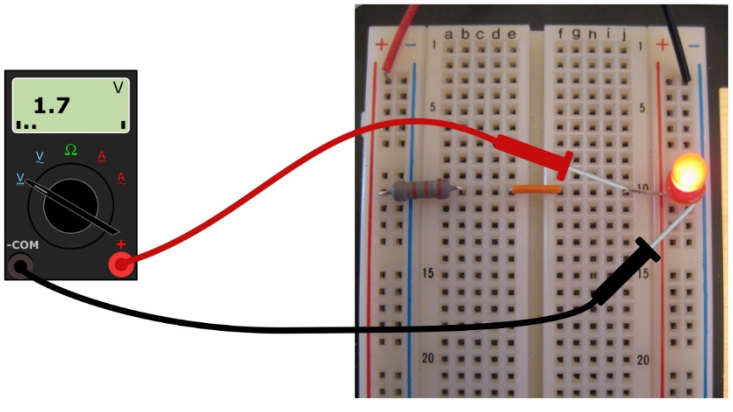


Figura 3-12: Mida el voltaje a través del LED.

Mis mediciones muestran que, en mi circuito, la batería suministra 6,4 voltios, y que se producen 4,7 voltios de caída en la resistencia y 1,7 voltios en el LED. No es casualidad que la suma de las caídas de tensión en la resistencia y el LED sea igual a la tensión suministrada por la batería:

. 7 V 1 ,7 V 6 ,4 V

En este circuito se da una relación de toma y daca: el voltaje es el impulso que da la batería para que la corriente fluya, y la energía de ese impulso se absorbe cuando la corriente fluye a través de la resistencia y el LED. A medida que la corriente fluye a través de la resistencia y el LED, el voltaje cae en cada uno de estos componentes. La resistencia y el LED consumen la energía suministrada por la fuerza (voltaje) que impulsa la corriente a través de ellos.

Puede reorganizar la ecuación de voltaje anterior para mostrar que la resistencia y el LED están perdiendo voltaje a medida que usan la energía suministrada por la batería:

. 4 V 4 ,7 V 1 ,7 V 0 =

Cuando tu *caída de tensión* A través de una resistencia, un LED u otro componente, el voltaje es más positivo en el punto donde la corriente entra al componente que en el punto donde la corriente sale del componente. El voltaje es un

Medición relativa, ya que es la fuerza resultante de una diferencia de carga entre un punto y otro. El voltaje suministrado por una batería representa la diferencia de carga entre el terminal positivo y el negativo, y esa diferencia de carga tiene el potencial de mover corriente a través de un circuito; el circuito, a su vez, absorbe la energía generada por esa fuerza a medida que fluye la corriente, lo que reduce el voltaje. No es de extrañar que a veces se le llame voltaje.*caída de tensión, diferencia de potencial,*o*caída potencial.*

Lo importante a tener en cuenta aquí es que a medida que se viaja por un circuito de CC, se gana voltaje que va del terminal negativo de la batería al terminal positivo (esto se conoce como*aumento de voltaje*), y se pierde o disminuye el voltaje al continuar en la misma dirección a través de los componentes del circuito. (Ver Figura 3-13). Para cuando se regresa al terminal negativo de la batería, todo el voltaje de la batería se ha reducido y el voltaje regresa a 0 voltios.

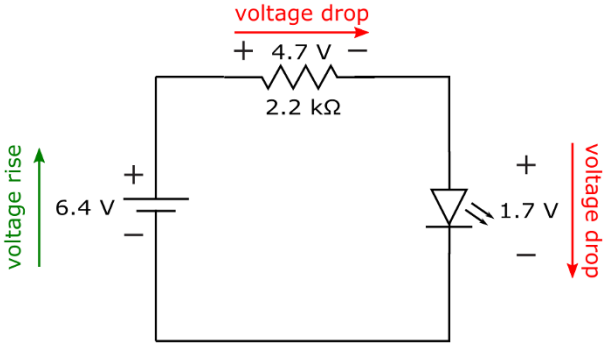


Figura 3-13: El voltaje suministrado por la batería cae a través de la resistencia y el LED.

Con todos los circuitos (ya sean de CA o de CC), si comienza en*cualquier*Si se toma un punto del circuito y se suman las subidas y bajadas de tensión que lo rodean, se obtiene cero voltios. En otras palabras, la suma neta de las subidas y bajadas de tensión en un circuito es cero. (Esta regla se conoce como*Ley de voltaje de Kirchhoff.* Kirchhoff se pronuncia “keer-cough”).

Tenga en cuenta que estas caídas de tensión tienen un significado físico. La energía eléctrica suministrada por la batería es absorbida por la resistencia y el LED. La batería seguirá suministrando energía eléctrica, y la resistencia y el LED seguirán absorbiéndola, hasta que la batería se agote (se quede sin energía). Esto ocurre cuando todas las sustancias químicas de la batería se han consumido en las reacciones químicas que produjeron las cargas positivas y negativas.
En efecto, toda la energía química suministrada por la batería se ha convertido en energía eléctrica y ha sido absorbida por el circuito.

Manteniendo tu posición

Si escucha la palabra "tierra" utilizada en un contexto electrónico, tenga en cuenta que *suelo* Puede referirse a tierra física o a tierra común.

Tierra Significa prácticamente lo que dice: es una conexión directa a tierra, tierra real, la materia del planeta. El tornillo en el centro de un tomacorriente de CA estándar de dos clavijas, así como la tercera clavija en un tomacorriente de tres clavijas, está conectado a tierra. Detrás de cada toma de pared hay un cable que recorre su casa u oficina y eventualmente se conecta a un poste metálico que hace buen contacto con la tierra. Esta disposición proporciona protección adicional para circuitos que usan grandes cantidades de corriente; en caso de un cortocircuito u otra condición peligrosa, enviar corriente peligrosa directamente a tierra le da un lugar seguro a dónde ir. Tal fue el caso cuando el pararrayos de Ben Franklin proporcionó una ruta directa para que los rayos peligrosos viajaran en su camino hacia la tierra, en lugar de pasar por una casa o una persona.

En circuitos que manejan grandes corrientes, algún punto del circuito suele estar conectado a un Tubería u otro objeto metálico conectado a tierra. Si esta conexión no está presente, se dice que la tierra está... *flotante* (o una *suelo flotante*) y el circuito podría ser peligroso. Le recomendamos mantenerse alejado de dicho circuito hasta que esté conectado a tierra de forma segura (o "grounded", como se dice en el Reino Unido).

Puntos en común o simplemente *común* No es una tierra física, sino un punto de referencia en un circuito para mediciones de voltaje. Ciertos tipos de circuitos, en particular los de uso común en computadoras, denominan tierra común al terminal negativo de una fuente de alimentación de CC y conectan el terminal positivo de otra fuente de alimentación de CC al mismo punto. De esta manera, se dice que el circuito tiene fuentes de alimentación tanto positivas como negativas. Las dos fuentes de alimentación físicas pueden ser idénticas, pero la forma de conectarlas en un circuito y el punto elegido para la referencia de voltaje cero determinan si la tensión de la fuente es positiva o negativa. ¡Todo es relativo!

Una de las leyes fundamentales de la física es que la energía no se crea ni se destruye; solo puede transformarse. Esta ley se pone en práctica con el sencillo circuito LED alimentado por batería: la energía química se convierte en energía eléctrica, que a su vez se transforma en energía térmica y luminosa, lo cual... bueno, ya te haces una idea.

Medición de corriente

Para medir la corriente que circula por el circuito LED, debe pasarla por el multímetro. La única manera de hacerlo es interrumpir el circuito entre dos componentes e insertar el multímetro, como si fuera un componente, para completarlo.

Cambie el selector del multímetro para medir la corriente continua en miliamperios (mA). Luego, desconecte la resistencia del LED. (Si usa pinzas de cocodrilo, simplemente retire la pinza que conecta la resistencia al LED).

LED. Si está utilizando una placa de pruebas, retire el cable puente). El LED debería apagarse.

A continuación, conecte el cable positivo (rojo) del multímetro al cable de la resistencia sin conectar y el cable negativo (negro) al cable del LED sin conectar, como se muestra en la Figura 3-14. El LED debería encenderse, ya que el multímetro ha completado el circuito, permitiendo que la corriente lo atraviese. La lectura de corriente que obtuve fue de 2,14 mA.

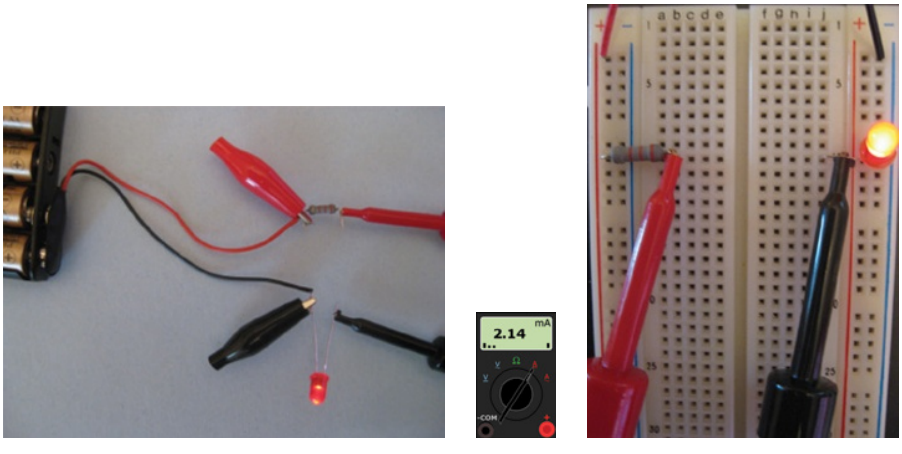


Figura 3-14: Para medir la corriente, inserte el multímetro en el camino por donde fluye la corriente.

Ahora, inserte el multímetro en otro punto de conexión del circuito (por ejemplo, entre el cable positivo de la batería y la resistencia), asegurándose de abrir el circuito en el punto de medición y de orientar las puntas del multímetro, con el cable positivo en un punto de voltaje más positivo que el cable negativo. ¿Obtiene la misma lectura de corriente que antes? Debería, ya que este sencillo circuito solo proporciona una vía para el flujo de corriente.

Cálculo de potencia

La cantidad de energía consumida por un componente electrónico se conoce como *fuerza* (abreviado *PAG*), medido en vatios (abreviado *O*). El capítulo 1 le presenta esta ecuación para calcular la potencia:

$$PV = I \times$$

dónde *V* representa voltaje y *I* Representa la corriente. Cuando se conoce la caída de tensión en un componente y la corriente que lo atraviesa, se puede usar la ecuación de potencia para calcular la cantidad de energía que consume cada componente.

Le ayudamos a tomar las decisiones correctas

Los LED, las bombillas incandescentes, las resistencias y otros componentes electrónicos tienen valores de potencia máximos por una buena razón. Si pasan demasiada corriente, se sobrecalientan y se queman o se funden. Es recomendable estimar la potencia requerida para cada componente del circuito que diseñe. Considerando que la potencia es el producto del voltaje y la corriente, considere...

El peor escenario posible (la combinación máxima de voltaje por corriente que su componente enfrentará durante el funcionamiento del circuito) para determinar cuántos vatios debería poder manejar. Luego, dese un respiro seleccionando un componente con...*potencia nominal* que excede su estimación de potencia máxima.

Para el circuito de resistencia-LED, se conocen las caídas de tensión (consulte la Figura 3-13) y la corriente que circula por el circuito (2,14 mA). Con esta información, se puede calcular la energía suministrada o consumida por cada componente.

La energía consumida por la resistencia es

$$.7\ V \times 2{,}14\ mA \approx 1\ mW$$

donde mW significa milivatios, o milésimas de vatio.

La energía consumida por el LED es

$$.7\ V \times 2{,}14\ mA = 3{,}6\ mW$$

La energía suministrada por la batería es

$$.4\ V \times 2{,}14\ mA = 13{,}7\ mW$$

Tenga en cuenta que la suma de la potencia consumida por la resistencia y el LED (0,1 mW + 3,6 mW) equivale a la potencia suministrada por la batería (13,7 mW). Esto se debe a que la batería proporciona la energía eléctrica que utilizan la resistencia y el LED. (En realidad, la resistencia convierte la energía eléctrica en energía térmica, y el LED la convierte en energía luminosa).

Supongamos que sustituyes una batería de 9 voltios por una de 6 voltios. Ahora suministras más voltaje al circuito, por lo que puedes esperar que pase más corriente y que la resistencia y el LED reciban más energía. Como el LED recibe más energía eléctrica para convertirla en energía luminosa, brillará con más intensidad. (Existen límites en cuanto al voltaje y la corriente que se pueden suministrar a un LED antes de que se deteriore y deje de funcionar. Encontrarás más información sobre este tema en el capítulo 9).

4

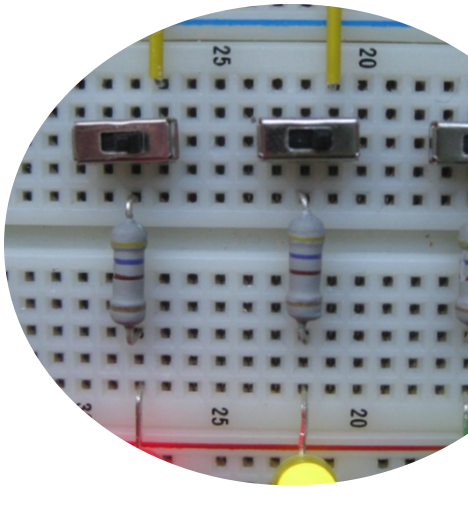
Estableciendo conexiones

En este capítulo

- Enviando corriente de un lado a otro
- Examen de circuitos en serie y en paralelo
- Controlar conexiones con conmutadores
- Ver la luz cuando la energía está encendida

Si alguna vez te has quedado atrapado en un atasco y has decidido tomar las carreteras secundarias menos transitadas, sabes que a menudo hay más de una forma de llegar a un destino. Pero si tu viaje diario requiere, por ejemplo, cruzar un puente para cruzar un río importante, sabes que a veces solo hay una forma de ir para ti —y para todos los demás viajeros—.

En muchos sentidos, los circuitos electrónicos son como sistemas de carreteras: proporcionan caminos (carreteras) para que los electrones (automóviles) viajen por ellos, de alguna manera.
ofreciendo caminos alternativos y a veces obligando a todos los trons a viajar por el mismo camino.



Este capítulo explora diferentes maneras de conectar componentes electrónicos para dirigir y redirigir la corriente eléctrica. Primero, se examinan los dos tipos básicos de estructuras de circuitos: serie y paralelo, y se descubre que las conexiones en paralelo son como rutas de tráfico alternativas, mientras que las conexiones en serie son como cruces de puentes. Después, se descubre cómo los interruptores actúan como agentes de tráfico: permiten, impiden o redirigen el flujo de corriente. Finalmente, se construye un circuito que imita un semáforo de tres etapas controlado manualmente.

Creación de circuitos en serie y en paralelo

Así como se pueden construir estructuras de todas las formas y tamaños conectando piezas de LEGO o K'NEX de diversas maneras, también se pueden construir muchos tipos de circuitos conectando componentes electrónicos de diversas maneras. Exactamente como...

La conexión de componentes determina cómo fluye la corriente a través del circuito y cómo se reduce el voltaje en todo el circuito.

En esta sección, explorará dos tipos de conexiones. Si desea construir los circuitos descritos en esta sección, necesitará las siguientes piezas:

- ✓ Cuatro pilas AA de 1,5 voltios
- ✓ Un soporte para cuatro pilas (para pilas AA)
- ✓ Un clip de batería
- ✓ Una resistencia de 2,2 kΩ (identificada por un patrón de rayas rojas-rojas-rojas y luego una raya dorada o plateada)
- ✓ Dos LED rojos (de cualquier tamaño)
- ✓ Tres pinzas de cocodrilo aisladas *o* una placa de pruebas sin soldadura

Tenga en cuenta que si ya ha construido el circuito LED básico del capítulo 3, puede modificarlo para construir los circuitos que se muestran en esta sección. Solo necesita un LED rojo adicional y, si prefiere usar pinzas de cocodrilo para las conexiones, una pinza de cocodrilo adicional.

Conexiones en serie

En un *circuito en serie*, Los componentes se disponen a lo largo de una única ruta entre los terminales positivo y negativo de una fuente de alimentación. Observe la Figura 4-1, que muestra un circuito en serie con una resistencia y dos LED. La corriente fluye desde el terminal positivo de la batería a través de la resistencia, pasando por el LED1, por el LED2 y, finalmente, de vuelta al terminal negativo de la batería.

Un circuito en serie tiene un solo camino por el cual pueden viajar las cargas eléctricas, por lo que toda la corriente pasa a través de cada componente secuencialmente.

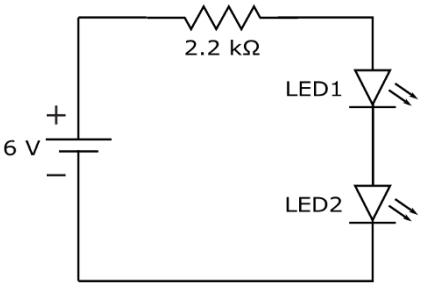


Figura 4-1: En un circuito en serie, la corriente fluye a través de cada componente secuencialmente.

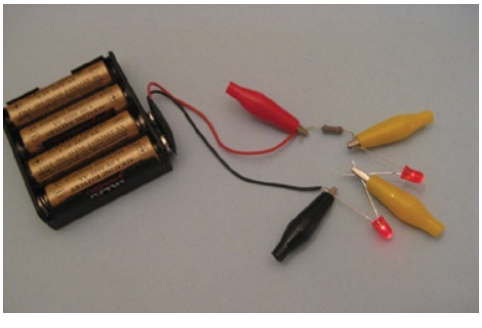
Debes recordar dos datos importantes sobre los circuitos en serie:

- ✓ Cada componente lleva la misma corriente.
- ✓ La tensión suministrada por la fuente se divide (aunque no necesariamente de forma uniforme) entre los componentes. Si se suman las caídas de tensión en cada componente, se obtiene la tensión de alimentación total.

Usando la Figura 4-2 como guía, configure el circuito en serie de dos LED. Use su multímetro configurado en voltios de CC para medir el voltaje en la batería.

La resistencia y cada uno de los LED. Al hacerlo, obtuve las siguientes lecturas:

- ✓ Voltaje en la batería: 6,4 voltios
- ✓ Voltaje a través de la resistencia: 3,0 voltios
- ✓ Voltaje a través del LED1: 1,7 voltios
- ✓ Voltaje a través del LED2: 1,7 voltios



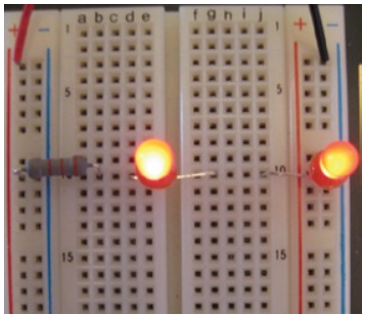


Figura 4-2: Dos formas de configurar el circuito con dos LED en serie.

Sumando las caídas de voltaje a través de la resistencia y los LED, obtiene el voltaje total suministrado por la batería:

. 0 V + 1,7 V + 1,7 V = 6,4 V

A continuación, configure el multímetro en la configuración de corriente continua (CC). Interrumpa el circuito en cualquiera de los puntos de conexión e inserte el multímetro, recordando mantener el cable positivo a un voltaje mayor que el negativo. Al hacerlo, obtuve una lectura de 1,4 mA. Esta cantidad de corriente fluye por cada componente de este circuito en serie porque solo hay una ruta para el flujo de corriente.

Dado que la corriente en un circuito en serie solo tiene una ruta, este tipo de circuito puede presentar un problema. Si un componente falla, se crea un circuito abierto, deteniendo el flujo de corriente a todos los demás componentes. Por lo tanto, si el letrero de su nuevo y costoso restaurante tiene 200 LED conectados en serie para decir "LA MEJOR COMIDA DE LA CIUDAD", y un jonrón apaga uno de ellos, todos los LED se apagan.

Conexiones paralelas

Hay una manera de solucionar el problema de que todos los componentes de un circuito en serie se apaguen cuando falla uno. Puedes conectar los componentes en paralelo.

Conexiones, como las del circuito que se muestra en la Figura 4-3. En un circuito en paralelo, la corriente puede circular por múltiples caminos, así que incluso si varias pelotas de béisbol destruyen las bombillas de tu letrero, el resto permanece encendido. (Por supuesto, podrías quedarte con un letrero luminoso que diga "MEJOR PAPA QUE TENGO". Todo tiene sus pros y sus contras).

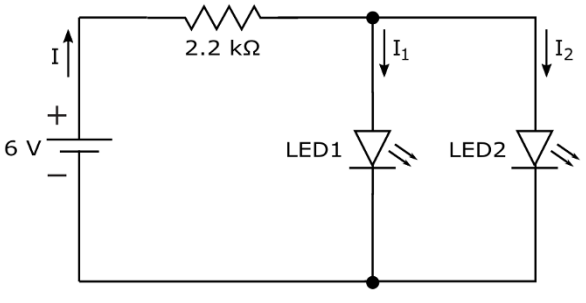


Figura 4-3: Las bombillas suelen estar dispuestas en un circuito paralelo, de modo que si una se funde, el resto permanecen encendidas.

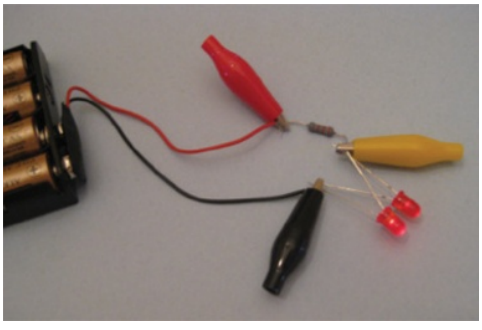
Así funciona el circuito en paralelo de la Figura 4-3: La corriente fluye desde el terminal positivo de la batería y se divide en la unión que conduce a las ramas paralelas del circuito, de modo que cada LED recibe una parte de la corriente de alimentación. La corriente que fluye por el LED1 no fluye por el LED2. Por lo tanto, si el letrero de su restaurante tiene 200 LED conectados en paralelo y uno se funde, la luz seguirá brillando desde los otros 199 LED.

Dos cosas importantes que debes recordar sobre los circuitos en paralelo son:

- ✓ El voltaje en cada rama paralela es el mismo.
- ✓ La corriente suministrada por la fuente se divide entre las ramas, y las corrientes de las ramas se suman para formar la corriente de suministro total.

Configure el circuito usando el ejemplo de la Figura 4-4 como guía. Con el multímetro configurado en voltios de CC, mida el voltaje en la batería, la resistencia y cada LED. Al hacerlo, obtuve las siguientes lecturas:

- ✓ Voltaje en la batería: 6,4 voltios
- ✓ Voltaje a través de la resistencia: 4,7 voltios
- ✓ Voltaje a través del LED1: 1,7 voltios
- ✓ Voltaje a través del LED2: 1,7 voltios



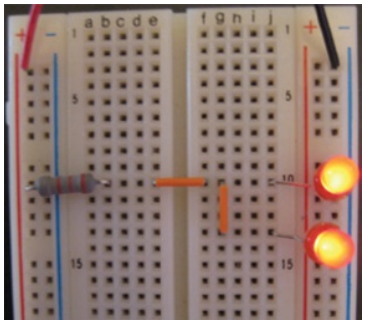


Figura 4-4: Dos formas de configurar el circuito con dos LED en paralelo.

Ahora, use su multímetro para medir la corriente que fluye a través de cada uno de los tres componentes del circuito, de la siguiente manera, recordando configurar su multímetro en corriente CC:

- ✓ **Corriente de resistencia (*I*):** Interrumpa el circuito entre la resistencia y los dos LED, e inserte el multímetro para reconectar el circuito, como se muestra en la Figura 4-5. Al colocar el multímetro en serie con la resistencia, se mide la corriente que fluye a través de ella. Esta corriente está etiquetada como I (consulte la Figura 4-3).

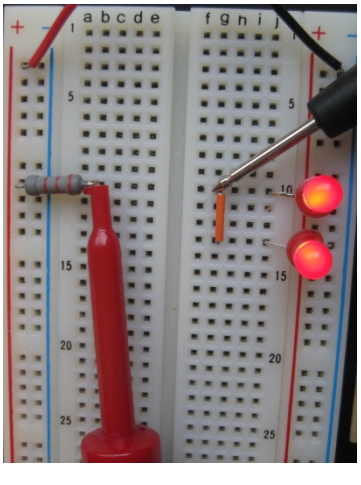


Figura 4-5: Mida la corriente que fluye a través de la resistencia.

- ✓ **Corriente del LED1 (I_1):** Retire el multímetro y vuelva a conectar la resistencia a los LED. Luego, desconecte el cable positivo del LED1 de la resistencia. Inserte los cables del multímetro en el circuito, como se muestra en la foto de la izquierda de la Figura 4-6. Dado que el multímetro está en serie con el LED1, se mide la corriente que fluye a través del LED1. Esta corriente está etiquetada como I_1 (consulte la Figura 4-3).
- ✓ **Corriente del LED2 (I_2):** Retire el multímetro y vuelva a conectar el LED1. Luego, desconecte el cable positivo del LED2 de la resistencia. Inserte el multímetro en el circuito en serie con el LED2, como se muestra en la foto de la derecha en la Figura 4-6. (Observe que quité el puente naranja inferior para desconectar el LED2 de la resistencia y luego inserté el multímetro en esa abertura del circuito). Está midiendo la corriente que fluye a través del LED2, o I_2 (consulte la Figura 4-3).

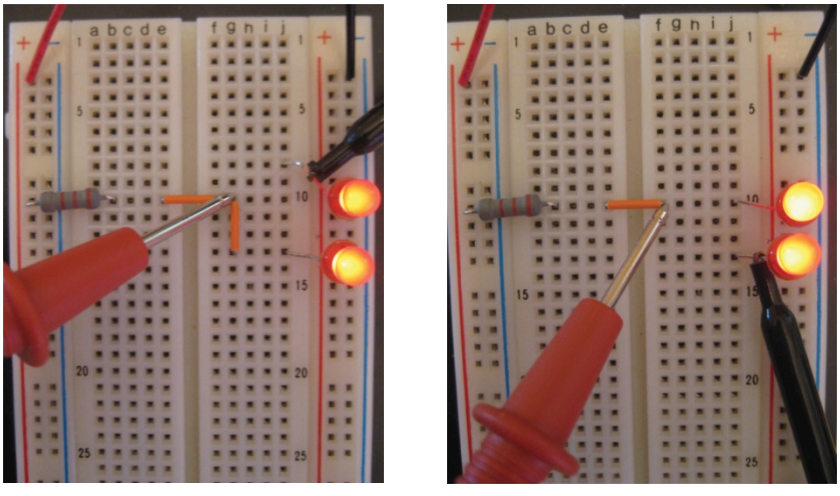


Figura 4-6: Mida la corriente que fluye a través del LED1 (izquierda) y el LED2 (derecha).

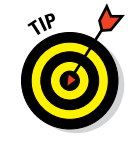
Estas son las lecturas que obtuve:

- ✓ Corriente de resistencia, *I*: 2,2 mA
- ✓ Corriente del LED1, I_1: 1,1 mA
- ✓ Corriente del LED2, I_2: 1,1 mA

Si sumamos las dos corrientes de rama, I_1 y I_2, descubres que su total es igual a la corriente que fluye a través de la resistencia, que es la corriente de suministro que proviene del paquete de baterías:

. 1 mA + 1,1 mA = 2,2 mA

Tenga en cuenta que la corriente de alimentación del circuito en paralelo, 2,2 mA, es mayor que la del circuito en serie, 1,4 mA, aunque se utilizan los mismos componentes en ambos circuitos. Conectar componentes del circuito en paralelo consume más corriente de la fuente que conectarlos en serie.



Si su circuito funciona con una batería, debe saber cuánto tiempo puede suministrar la batería la corriente necesaria. Como se explica en el capítulo 12, las baterías tienen una capacidad nominal de *amperios-hora*. Una batería con una capacidad nominal de un amperio-hora (por ejemplo) durará solo una hora en un circuito que consume un amperio de corriente, al menos en teoría. (En la práctica, ni siquiera las baterías nuevas siempre cumplen con su capacidad de amperios-hora). Por lo tanto, al decidir qué fuente de alimentación usar para un circuito, debe tener en cuenta tanto la corriente que consume como el tiempo que desea que funcione.

Encendido y apagado de la corriente eléctrica

La conmutación es, sin duda, la función más importante en electrónica. Piensa en tu televisor: lo enciendes y lo apagas, seleccionas una fuente de señal entre varias opciones de entrada (como tu reproductor de DVD, decodificador de cable o consola de videojuegos) y cambias de canal. La pantalla de tu televisor está compuesta por millones de diminutos...*píxeles*(Elementos de imagen), cada uno de los cuales es, en esencia, una luz roja, azul o verde que está encendida o apagada. Todas esas funciones de control y visualización del televisor implican conmutación, ya sea simplemente encendido/apagado o lo que prefiero llamar conmutación de opción múltiple, es decir, dirigir una de varias señales de entrada a la pantalla del televisor. De igual manera, su teléfono inteligente, dispositivo informático e incluso su microondas dependen de estados de encendido/apagado (por ejemplo, tecla pulsada o no, o transmisión de sonido actual o no) para su control y funcionamiento.

Entonces, ¿qué es exactamente el cambio?

*Traspuesta*Es la conexión o desconexión de una o más conexiones eléctricas, de modo que el flujo de corriente se interrumpe o se redirige de una ruta a otra. La conmutación se realiza mediante componentes llamados (¡lo adivinaste!) interruptores. Cuando un interruptor está en...*posición abierta,*La conexión eléctrica está rota y tienes un circuito abierto sin flujo de corriente. Cuando un interruptor está en la*posición cerrada,*Se establece una conexión eléctrica y fluye corriente.

Los diminutos transistores semiconductores (que analizo en el capítulo 10) son la base de la mayoría de las conmutaciones que se producen en los sistemas electrónicos actuales. El funcionamiento de un transistor es un poco complejo, pero la idea básica de la conmutación con transistores es la siguiente: se utiliza una pequeña corriente eléctrica para controlar la acción de conmutación de un transistor, y esa acción de conmutación controla el flujo de una corriente mucho mayor.

Además de los interruptores de transistores, en proyectos electrónicos se pueden utilizar muchos tipos diferentes de interruptores mecánicos y eléctricos. Estos interruptores se clasifican según su modo de control, el tipo y número de conexiones que realizan, y el voltaje y la corriente que admiten.

Controlar la acción de un interruptor

Los interruptores se conocen por nombres que indican cómo se controla su acción. En la Figura 4-7 se muestran algunos de los diferentes tipos de interruptores.

Lo más probable es que te encuentres con uno o más de los siguientes tipos de interruptores a lo largo de tu rutina diaria:

- ✓ **Interruptor deslizante:**Desliza una perilla hacia adelante y hacia atrás para abrir y cerrar este tipo de interruptor, que se encuentra en muchas linternas.

- **Interruptor de palanca:** Se gira una palanca en un sentido para cerrar el interruptor y en el otro para abrirlo. Es posible que vea etiquetas en estos interruptores: *en* para la posición cerrada, y *apagado* para el puesto vacante.
- **Interruptor basculante:** Presiona un lado del interruptor para abrirlo y el otro para cerrarlo. Los interruptores basculantes se encuentran en muchas regletas.
- **Interruptor de hoja:** Presionas una palanca o botón para cerrar temporalmente este tipo de interruptor, que se usa comúnmente en timbres.
- **Interruptor pulsador:** Presiona un botón para cambiar el estado del interruptor, pero cómo cambia depende del tipo de interruptor pulsador que tengas:
  - **Botones de encendido/apagado:** Cada pulsación del botón invierte la posición del interruptor.
  - **Normalmente abierto (NO):** Este interruptor momentáneo normalmente está abierto (apagado), pero si se mantiene presionado el botón, se cierra (encendido). Al soltarlo, el interruptor se abre de nuevo. Esto también se conoce como *interruptor de pulsar para hacer.*
  - **Normalmente cerrado (NC):** Este interruptor momentáneo normalmente está cerrado (encendido), pero si se mantiene presionado el botón, se abre (apagado). Al soltarlo, se cierra de nuevo. Esto también se conoce como *interruptor de pulsar para romper.*
- **Relé:** Un relé es un interruptor controlado eléctricamente. Si se aplica un cierto voltaje a un relé, un electroimán en su interior tira de la palanca del interruptor (conocida como... *armadura*) cerrado. Es posible que escuche hablar de cerrar o abrir el *contactos* de la bobina de un relé. Ese es el término usado para describir el interruptor de un relé.

Figura 4-7: De arriba a abajo: dos interruptores de palanca, un interruptor basculante y un interruptor de hoja.

Establecer los contactos adecuados

Los interruptores también se clasifican según la cantidad de conexiones que realizan cuando se "activa el interruptor" y exactamente cómo se realizan esas conexiones.

Un interruptor puede tener uno o más *postes,* o conjuntos de contactos de entrada: A *interruptor unipolar* tiene un contacto de entrada, mientras que un *interruptor bipolar* tiene dos contactos de entrada.

Un interruptor también puede tener una o más posiciones conductoras, o *lanza.* Con un *interruptor de un solo tiro,* Usted establece o desconecta la conexión entre cada contacto de entrada y su contacto de salida designado; *interruptor de doble tiro* permite

para modificar la conexión de cada contacto de entrada entre cada uno de sus dos contactos de salida designados.

¿Suena confuso? Para aclarar las cosas, observe los símbolos del circuito (vea la Figura 4-8) y las descripciones de algunos tipos comunes de interruptores:

- ✓ **Unipolar, unidireccional (SPST):** Este es un interruptor básico de encendido/apagado, con un contacto de entrada y uno de salida, para un total de dos terminales que se conectan al circuito. Se puede establecer la conexión (encender) o interrumpirla (apagar).

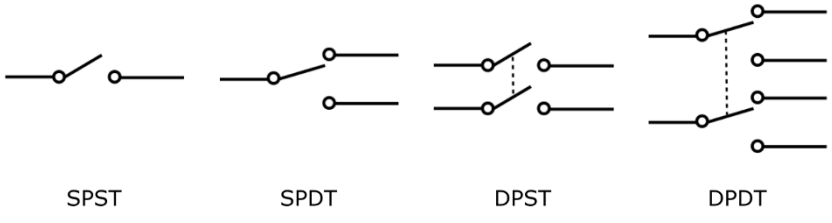


Figura 4-8: Símbolos de circuitos para interruptores unipolares de un solo tiro (SPST), unipolares de dos tiros (SPDT), bipolares de un solo tiro (DPST) y bipolares de dos tiros (DPDT).

- ✓ **Unipolar, doble tiro (SPDT):** Este interruptor de encendido/apagado contiene un contacto de entrada y dos de salida (por lo tanto, tiene tres terminales). Conmuta la entrada entre dos opciones de salida. Se utiliza un interruptor SPDT o *interruptor de cambio,* cuando quieres que un circuito encienda uno u otro dispositivo (por ejemplo, una luz verde para que las personas sepan que pueden entrar a una habitación, o una luz roja para indicarles que no puedan entrar).
- ✓ **Bipolar, unidireccional (DPST):** Este interruptor doble de encendido/apagado contiene cuatro terminales (dos contactos de entrada y dos de salida) y funciona como dos interruptores SPST independientes de "conexión y desconexión" que funcionan sincronizados. En la posición de apagado, ambos interruptores están abiertos y no se realizan conexiones.
  En la posición encendido, ambos interruptores están cerrados y se realizan conexiones entre cada contacto de entrada y su contacto de salida correspondiente.
- ✓ **Bipolar, doble tiro (DPDT):** Este interruptor doble de encendido/apagado contiene dos contactos de entrada y cuatro de salida (para un total de seis terminales) y funciona como dos interruptores SPDT (conmutadores) sincronizados. En una posición, los dos contactos de entrada se conectan a un conjunto de contactos de salida. En la otra posición, los dos contactos de entrada se conectan al otro conjunto de contactos de salida. Algunos interruptores DPDT tienen una tercera posición que desconecta (o interrumpe) todos los contactos. Un interruptor DPDT se puede utilizar como... *interruptor de inversión* Para un motor, conectar el motor a voltaje positivo para girar en un sentido, voltaje negativo para girar en el otro sentido y, si hay una tercera posición del interruptor, voltaje cero para dejar de girar.

En la siguiente sección, titulada “Creación de un circuito combinado”, verá cómo utilizar un interruptor SPDT como interruptor de encendido/apagado (o SPST).

Creación de un circuito combinado

La mayoría de los circuitos son combinaciones de conexiones en serie y en paralelo. La disposición de los componentes en un circuito depende de lo que se intente hacer.

Observe el circuito serie-paralelo de la Figura 4-9. Observe las tres ramas en paralelo, cada una con un interruptor en serie con una resistencia y un LED. Los interruptores están representados por los símbolos en la parte superior de cada rama.

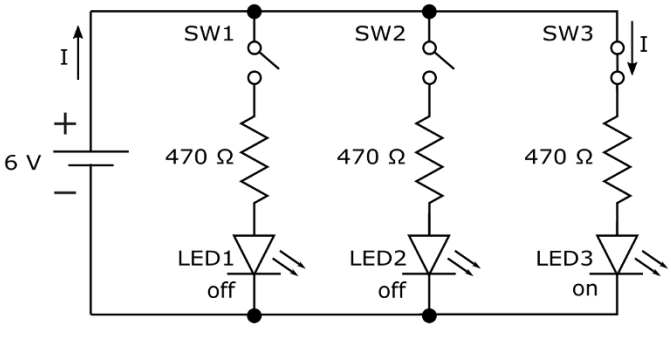


Figura 4-9: Al abrir y cerrar interruptores en este circuito serie-paralelo, puede dirigir la corriente de suministro a través de diferentes caminos.

Si solo un interruptor está en posición cerrada, como se muestra en la Figura 4-10 (y en el diagrama de la Figura 4-9), toda la corriente de suministro fluye a través de un solo LED, que se enciende, y los otros LED están apagados.

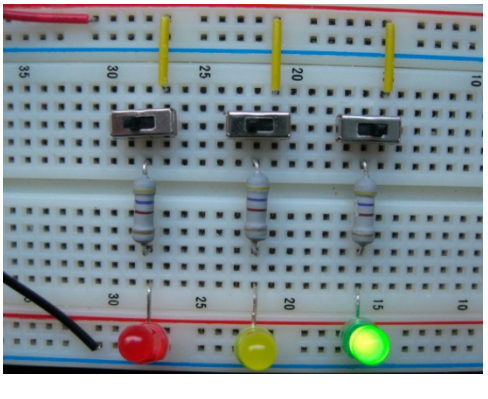


Figura 4-10: Al girar únicamente el interruptor más a la derecha, solo el LED verde recibe corriente.

Si los tres interruptores están cerrados, la corriente de alimentación circula por la resistencia y se divide en tres direcciones diferentes, con una parte de la corriente pasando por cada uno de los tres LED. Si los tres interruptores están abiertos, la corriente no tiene una ruta completa, por lo que no fluye corriente fuera de la batería, como se muestra en la Figura 4-11.

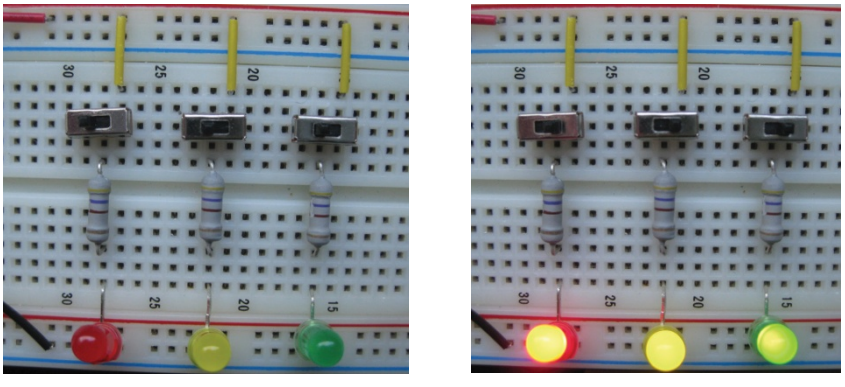


Figura 4-11: Con los tres interruptores apagados, ningún LED recibe corriente (izquierda). Con los tres interruptores encendidos, los tres LED reciben corriente y se iluminan (derecha).

Al alternar el interruptor que se abre en cada momento, se puede controlar qué LED se enciende. Imagine un circuito similar que controle el funcionamiento de un semáforo de tres etapas (con componentes adicionales para controlar la temporización y la secuencia de la conmutación).

Para analizar circuitos combinados, se aplican las reglas de voltaje y corriente paso a paso, utilizando las reglas de serie para los componentes en serie y las reglas de paralelo para los componentes en paralelo. En este punto, no se dispone de suficiente información para calcular todas las corrientes y voltajes en los circuitos LED que se muestran aquí. Es necesario conocer la ley de Ohm, que explico en el capítulo 6, y cómo se produce la caída de voltaje en los diodos, que abordo en el capítulo 9. De esta manera, se tendrá todo lo necesario para analizar circuitos simples.

Para construir el circuito de tres LED descrito en esta sección, necesitará las siguientes piezas:

- ✓ Cuatro pilas AA de 1,5 voltios
- ✓ Un soporte para cuatro pilas (para pilas AA)
- ✓ Un clip de batería
- ✓ Tres resistencias de 470 Ω (rayas de color amarillo, violeta y marrón, y luego una raya dorada o plateada)

- ✓ Tres LED (de cualquier tamaño, de cualquier color; usé uno rojo, uno amarillo y uno verde)
- ✓ Tres interruptores deslizantes unipolares y dobles (SPDT) diseñados para uso en placas de pruebas sin soldadura
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura y varios cables puente

Cada interruptor SPDT tiene tres terminales para realizar conexiones, pero para el circuito de tres LED, solo se necesitan dos. (Ver Figura 4-12). El botón deslizante controla qué terminal del extremo se conecta al terminal central.

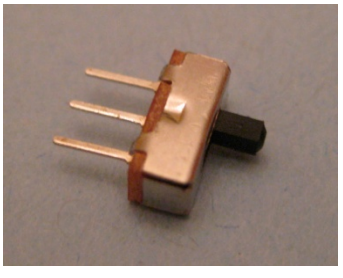


Figura 4-12: Un interruptor SPDT se puede utilizar como interruptor de encendido/apagado conectando solo dos de sus tres terminales en su circuito.

Con el deslizador en una posición, el terminal central se conecta al terminal del extremo donde se encuentra el deslizador. Al mover el deslizador a la otra posición, el terminal central se conecta al terminal del otro extremo. Este tipo de interruptor también se conoce como...*interruptor de encendido/encendido* porque puede cambiar entre dos circuitos, cerrando uno y abriendo el otro.

Para el circuito de tres LED, el interruptor debe funcionar como interruptor de encendido/apagado, por lo que se conectan dos de los tres terminales SPDT del circuito. Deje el terminal no utilizado en un orificio de la placa de pruebas, pero sin conectarlo a ningún componente del circuito, como se muestra en la Figura 4-13. Con el deslizador orientado hacia el terminal no utilizado, el interruptor está apagado. Con el deslizador orientado hacia el otro extremo del interruptor, el interruptor está encendido.

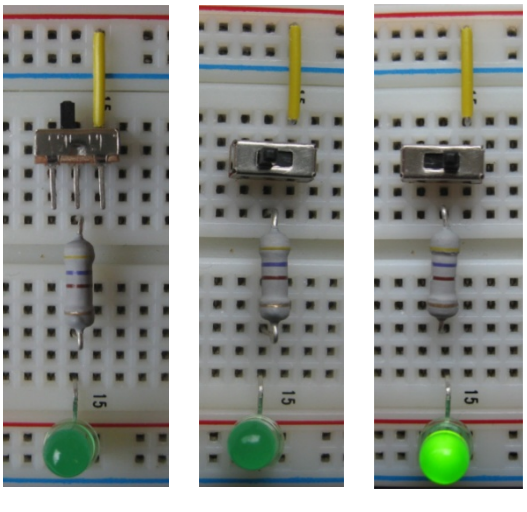


Figura 4-13: Usando un interruptor SPDT como interruptor de encendido/apagado.

El tipo más sencillo de interruptor de encendido/apagado es un interruptor de dos terminales, unipolar y unidireccional (SPST), que simplemente conecta o desconecta los dos terminales al mover el control deslizante. Sin embargo, es difícil encontrar un interruptor de este tipo con terminales diseñados para placas de pruebas sin soldadura.

Encender la alimentación

Puede configurar un circuito simple para conectar y desconectar su paquete de baterías de cualquier circuito que construya en una placa de pruebas sin soldadura sin tener que quitar físicamente el paquete de baterías de la placa de pruebas.

En la Figura 4-14, el terminal positivo de la batería está conectado al terminal superior de un interruptor SPDT. El terminal central del interruptor está conectado a la columna más a la izquierda de la placa de pruebas, también conocida como *carril de potencia*. Al mover el control deslizante del interruptor, se establece o se desconecta la conexión entre el terminal positivo de la batería y el riel de alimentación positivo. Mientras se utilicen los rieles de alimentación para alimentar los circuitos, el interruptor funciona como un interruptor de encendido/apagado para alimentar los circuitos de la placa de pruebas.

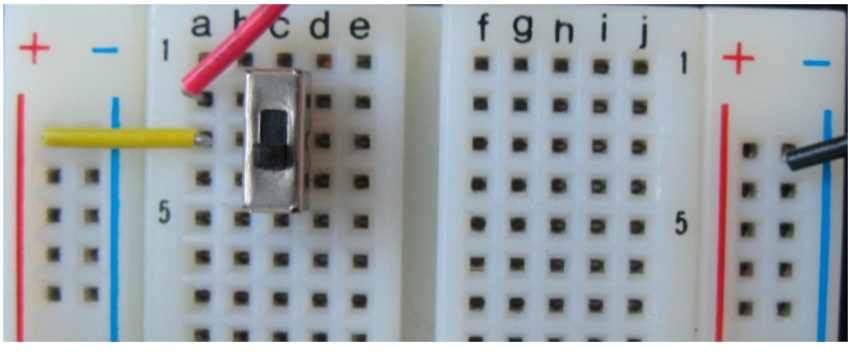


Figura 4-14: Un interruptor conecta y desconecta una batería de los rieles de alimentación de una placa de pruebas sin soldadura.

Al agregar una resistencia de 470 Ω y un LED entre el terminal central del interruptor y el riel de alimentación negativo, se crea una luz indicadora para el interruptor de encendido/apagado. (Ver Figura 4-15). Si el interruptor está en la posición de apagado, la batería no está conectada al LED, por lo que este está apagado. Si el interruptor está en la posición de encendido, la batería está conectada al LED, por lo que este está encendido.

Tenga en cuenta que incluso sin esta resistencia y el LED, el interruptor sigue funcionando como interruptor de encendido/apagado de la placa de pruebas. Sin embargo, es útil tener un indicador visible de que la alimentación está encendida, como se muestra en la Figura 4-16.

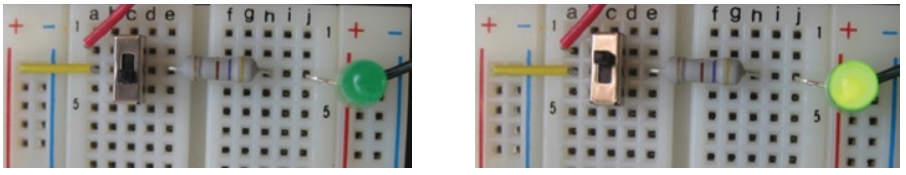


Figura 4-15: Un LED verde indica si la placa de pruebas está encendida o no.

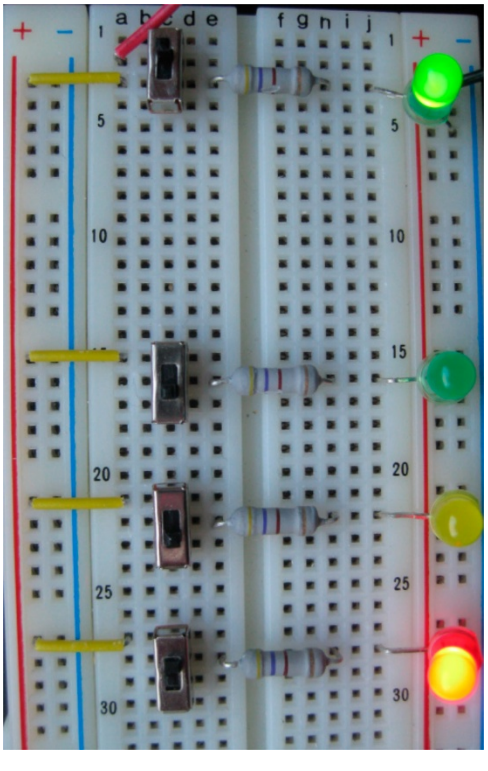


Figura 4-16: El LED verde en la parte superior derecha indica que se aplica voltaje a los rieles de alimentación y que el circuito de tres LED está consumiendo energía.

¿Cómo son los circuitos?

Los circuitos no suelen tener un aspecto tan ordenado y geométrico como cabría esperar. La forma de un circuito no suele ser importante para su funcionamiento. Lo importante en cualquier circuito, y lo que debe tener en cuenta al construir uno, es cómo se conectan los componentes, ya que las conexiones indican la trayectoria de la corriente a través del circuito.

La forma de un circuito *hace* materia para circuitos que involucran señales de alta frecuencia, como circuitos de radiofrecuencia (RF) y microondas. *disposición,* La ubicación de los componentes del circuito debe diseñarse con cuidado para reducir el ruido y otras señales de CA no deseadas. Además, la proximidad de los condensadores de derivación (que se explica en el Capítulo 7) a otros componentes del circuito puede influir en el rendimiento de muchos circuitos.

La Figura 4-17 muestra una fotografía de un circuito regulador de intensidad de la década de 1980. Este sencillo dispositivo electrónico utiliza solo unos pocos componentes para controlar el flujo de corriente hacia una lámpara empotrada en mi casa. Pero la mayoría de los sistemas electrónicos son mucho más complejos; conectan muchos componentes individuales en uno o más circuitos para lograr su objetivo.

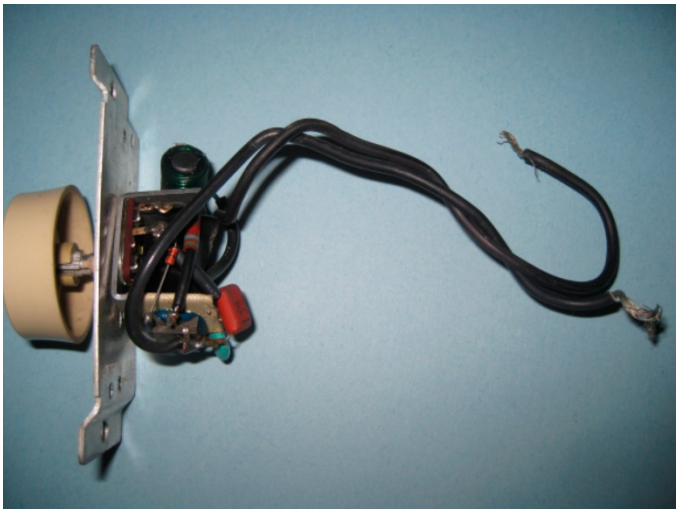


Figura 4-17: Un regulador de intensidad es un circuito electrónico simple con sólo unos pocos componentes.

La Figura 4-18 ofrece una vista interna del circuito de un disco duro de computadora. El circuito consta de lo siguiente, todos conectados a una superficie especializada conocida como *placa de circuito impreso, o PCB*:

- ✓ Muchos *componentes discretos* (partes individuales, como resistencias y condensadores)
- ✓ Un surtido de *circuitos integrados, o IC*s (que parecen ciempiés electrónicos)
- ✓ do *conectores* (que, como era de esperar, conectan la electrónica del disco duro al resto del ordenador).

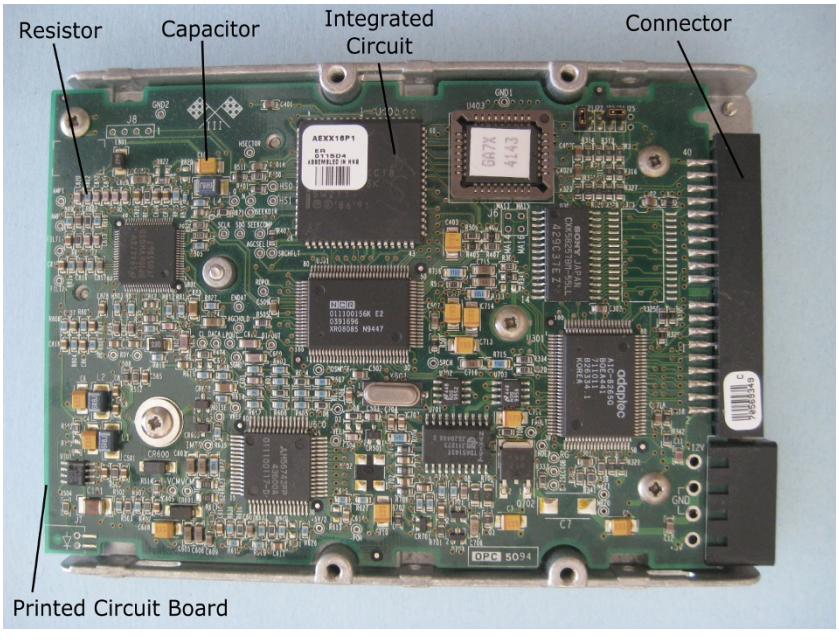


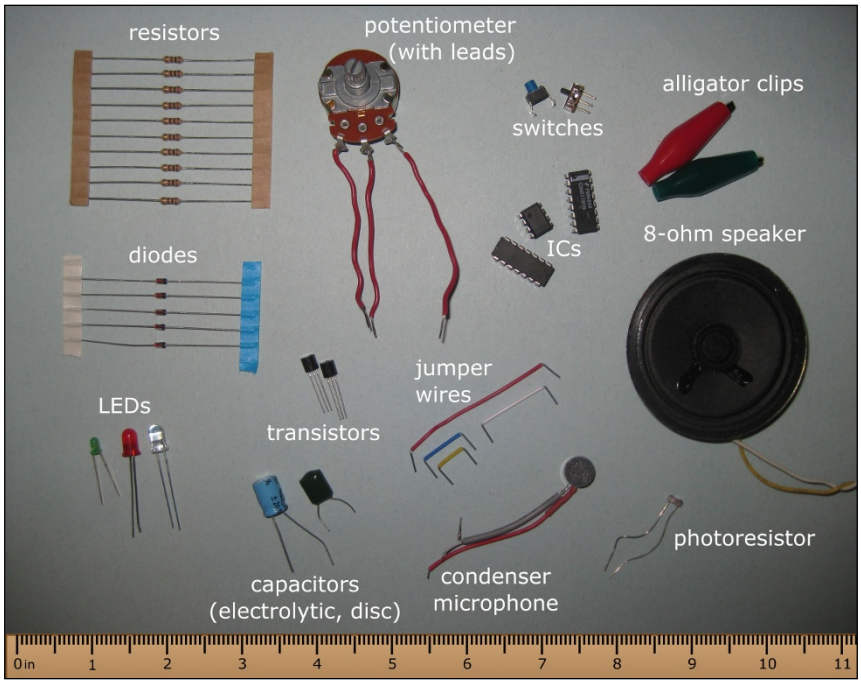
Figura 4-18: Electrónica del disco duro de la computadora.

Los circuitos integrados (CI), que analizo en el capítulo 11, no son más que un conjunto de pequeños circuitos que trabajan juntos para realizar una función tan comúnmente deseada que vale la pena producir el circuito en masa y empaquetarlo en una caja protectora con *dirige*(las patas del ciempiés) que permiten el acceso al circuito interior.

Después de descubrir cómo los diferentes tipos de componentes controlan el flujo de corriente en los circuitos y puede aplicar las leyes de voltaje y corriente, puede comenzar a diseñar y construir circuitos electrónicos útiles.

Parte II

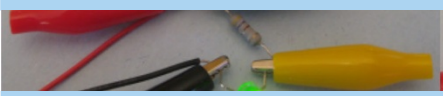
Control de corriente con Componentes



Verificarwww.dummies.com/extras/electronicsPara una mirada al interior de cómo los semiconductores conducen la corriente.

En esta parte . . .

- ✓ Poniendo frenos a la corriente con resistencias
- ✓ Almacenamiento de energía eléctrica en condensadores e inductores
- ✓ Permitir que la corriente fluya en una sola dirección con diodos
- ✓ Amplificación y conmutación de corriente con transistores
- ✓ Uso de circuitos integrados como amplificadores, contadores, osciladores y más
- ✓ Interactuar con su entorno mediante sensores y otros transductores



5

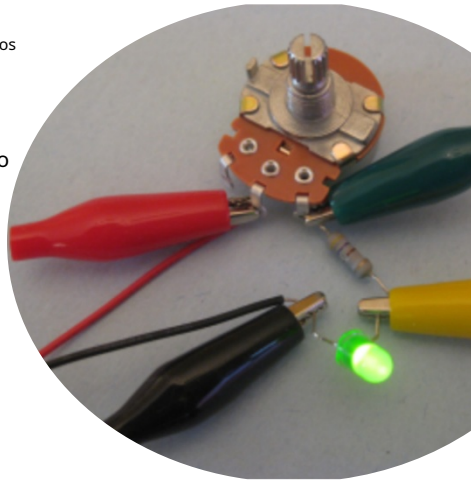
Encuentro con la resistencia

En este capítulo

- Usar la resistencia a tu favor
- Variando la cantidad de resistencia
- Creando la cantidad justa de resistencia
- Entendiendo por qué los LED necesitan resistencias

Si lanzas una canica a un arenero, no llegará muy lejos. Pero si la lanzas a la superficie de un gran lago congelado, disfrutará de un agradable paseo antes de detenerse. Una fuerza mecánica llamada fricción detiene la canica en cualquiera de las superficies; simplemente, la arena proporciona más fricción que el hielo.

*Resistencia*En electrónica, la fricción es muy parecida a la fricción en los sistemas mecánicos: frena a los electrones (esos electrones microscópicos). partículas que forman la corriente eléctrica) a medida que se mueven a través de los materiales.



En este capítulo, analizaremos exactamente qué es la resistencia, dónde puede encontrarla (en todas partes) y cómo puede usarla a su favor seleccionando*resistencias*(Componentes que proporcionan cantidades controladas de resistencia para tus circuitos electrónicos. Luego, descubrirás cómo combinar resistencias para controlar la corriente en tus circuitos. Después, construirás y explorarás algunos circuitos usando resistencias y diodos emisores de luz (LED). Finalmente, descubrirás la importancia de las resistencias y qué sucede cuando una resistencia crítica deja de funcionar.

Resistiendo el flujo de corriente

*Resistencia*Es una medida de la oposición de un objeto al flujo de electrones. Esto puede parecer malo, pero en realidad es útil. La resistencia es lo que permite generar calor y luz, y restringir el flujo de electricidad.

Corriente cuando sea necesario y garantizar que se suministre el voltaje correcto a un dispositivo. Por ejemplo, al viajar los electrones a través del filamento de una bombilla incandescente, encuentran tanta resistencia que su velocidad disminuye considerablemente. Al atravesar el filamento, los átomos chocan violentamente entre sí, generando calor, lo que produce el brillo que se ve en la bombilla.

Todo, incluso los mejores conductores, presenta cierta resistencia al flujo de electrones. (Bueno, en realidad, ciertos materiales, llamados *superconductores,* Pueden conducir corriente sin resistencia eléctrica, pero solo si se enfrían a temperaturas extremadamente bajas. No se encuentran en la electrónica convencional. Cuanto mayor sea la resistencia, más restringido será el flujo de corriente.

Entonces, ¿qué determina la resistencia de un objeto? La resistencia depende de varios factores:

- ✓ **Material:** Algunos materiales permiten que sus electrones fluyan libremente, mientras que otros los retienen firmemente. La resistencia de un material específico al flujo de electrones determina su resistividad. *Resistividad* Es una propiedad de un material que refleja su estructura química. Los conductores tienen una resistividad relativamente baja, mientras que los aislantes tienen una resistividad relativamente alta.
- ✓ **Área de la sección transversal:** La resistencia varía inversamente con el área de la sección transversal; a mayor diámetro, mayor facilidad de movimiento para los electrones; es decir, menor resistencia a su movimiento. Imaginemos el agua fluyendo por una tubería: cuanto más ancha sea la tubería, mayor será la facilidad de flujo. De igual manera, un cable de cobre de mayor diámetro presenta menor resistencia que uno de menor diámetro.
- ✓ **Longitud:** Cuanto más largo es el material, mayor es su resistencia, ya que los electrones tienen más posibilidades de chocar con otras partículas en su camino. En otras palabras, la resistencia varía directamente con la longitud.
- ✓ **Temperatura:** Para la mayoría de los materiales, a mayor temperatura, mayor resistencia. Temperaturas más altas implican que las partículas en su interior tienen más energía, por lo que chocan entre sí con mucha más frecuencia, lo que ralentiza el flujo de electrones. Una notable excepción a esto es un tipo de resistencia llamada... *termistor:* Al aumentar la temperatura de un termistor, su resistencia disminuye de forma predecible. (Imagínese la utilidad de esta característica en circuitos de detección de temperatura). Puede leer sobre termistores en el capítulo 12.

Usas el símbolo *R* Para representar la resistencia en un circuito electrónico. A veces verá un subíndice junto a la resistencia, por ejemplo, R_{bulbo}. Eso simplemente significa que R_{bulbo} representa la resistencia de la bombilla (o lo que sea) parte del circuito a la que se refiere el subíndice). La resistencia se mide en unidades llamadas *ohmios* (pronunciado "omes"), abreviado con la letra griega omega (Ω). Cuanto mayor sea el valor del ohmio, mayor será la resistencia.

Un solo ohmio es una unidad de resistencia tan pequeña que es probable que vea la resistencia medida en cantidades más grandes, como *kiloohmios* (kilo + ohmio), que son miles de ohmios y se abrevia *k*Ω, o *megaohmios* (mega + ohm), que son millones de ohmios y se abrevia *METRO*Ω. Entonces 1 kΩ = 1000 Ω y 1 MΩ = 1.000.000 Ω.

Resistencias: pasivas pero potentes

Resistencias Son componentes electrónicos pasivos diseñados específicamente para proporcionar cantidades controladas de resistencia (por ejemplo, 470 Ω o 1 kΩ). (Consulte la Figura 51).

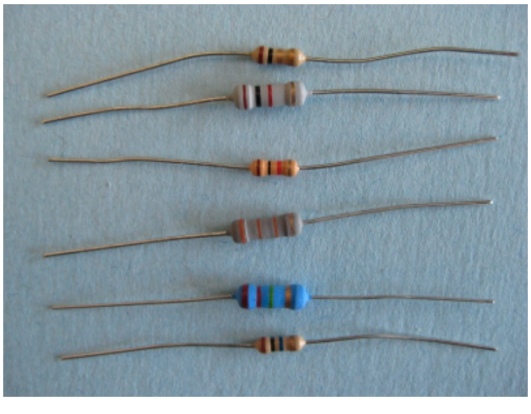


Figura 5-1: Las resistencias vienen en una variedad de tamaños y valores de resistencia.

Aunque una resistencia no aumenta la corriente ni controla su dirección (por ser pasiva), se convierte en un dispositivo pequeño y potente, ya que permite frenar el flujo de corriente de forma controlada. Al elegir y colocar cuidadosamente las resistencias en diferentes partes del circuito, se puede controlar la cantidad de corriente que recibe cada parte.

¿Para qué se utilizan las resistencias?

Las resistencias se encuentran entre los componentes electrónicos más populares debido a su simplicidad y versatilidad. Uno de sus usos más comunes es limitar la corriente en una parte de un circuito. Sin embargo, también pueden utilizarse para controlar el voltaje que se suministra a una parte de un circuito y para crear circuitos de temporización.

Limitación de corriente

El circuito de la Figura 52 muestra una batería de 6 voltios que suministra corriente a un diodo emisor de luz (LED) a través de una resistencia (representada en zigzag). Los LED (como muchos otros componentes electrónicos) consumen corriente como un niño come dulces: intentan consumir todo lo que se les da. Pero los LED tienen un problema: se queman si consumen demasiada corriente. La resistencia del circuito cumple la útil función de limitar la corriente enviada al LED (de la misma manera que un buen padre restringe el consumo de dulces).

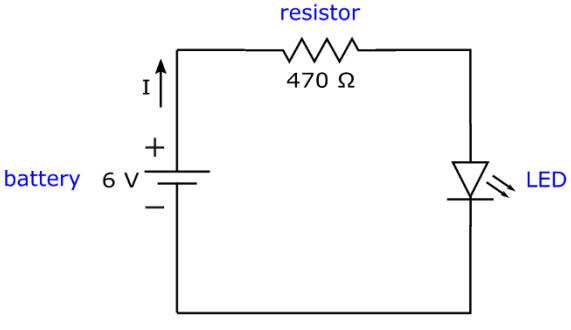


Figura 5-2: La resistencia limita la cantidad de corriente, *I*, que fluye hacia componentes sensibles, como el diodo emisor de luz (LED) en este circuito.

Demasiada corriente puede destruir muchos componentes electrónicos sensibles, como transistores (que analizo en el capítulo 10) y circuitos integrados (que analizo en el capítulo 11). Al colocar una resistencia en la entrada de un componente sensible, se limita la corriente que llega a dicho componente. (Pero si se usa una resistencia demasiado alta, digamos 1 MΩ, que equivale a 1 000 000 de ohmios, se limitará tanto la corriente que no se verá la luz, ¡aunque esté ahí!). Esta sencilla técnica puede ahorrarle mucho tiempo y dinero que, de otro modo, perdería reparando explosiones accidentales de sus circuitos.

Puedes observar cómo las resistencias limitan la corriente configurando el circuito de la Figura 52 y probando resistencias de diferentes valores. En la sección "Lectura de resistencias fijas", más adelante en este capítulo, te explico cómo decodificar las rayas de una resistencia para determinar su valor. Por ahora, te explico cómo se ven las que necesitas.

Esto es lo que se utiliza para construir el circuito LED-resistencia:

- ✓ Cuatro pilas AA de 1,5 voltios
- ✓ Un soporte para cuatro pilas (para pilas AA)
- ✓ Un clip de batería

- ✓ Una resistencia de 470 Ω (identificada por rayas de color amarillo, violeta y marrón y luego una cuarta raya que puede ser dorada, plateada, negra, marrón o roja)
- ✓ Una resistencia de 4,7 kΩ (amarillo-violeta-rojo y cualquier color para la cuarta franja)
- ✓ Una resistencia de 10 kΩ (marrón-negro-naranja y cualquier color para la cuarta franja)
- ✓ Una resistencia de 47 kΩ (amarillo-violeta-naranja y cualquier color para la cuarta franja)
- ✓ Un LED (de cualquier tamaño, de cualquier color)
- ✓ Tres pinzas de cocodrilo aisladas *o* una placa de pruebas sin soldadura

Usa pinzas de cocodrilo o una placa de pruebas sin soldadura para configurar el circuito (ver Figura 53), comenzando con la resistencia de 470 Ω. Recuerda orientar el LED correctamente, conectando el cable más corto al terminal negativo de la batería. No te preocupes por la orientación de la resistencia; cualquiera de las dos es válida. Observa la intensidad del LED. Luego, retira la resistencia y reemplázala con las demás, una a la vez, aumentando la resistencia cada vez. ¿Has notado que el LED brilla menos? Esto se debe a que las resistencias más altas restringen más la corriente, y cuanta menos corriente recibe un LED, menos brillante es.

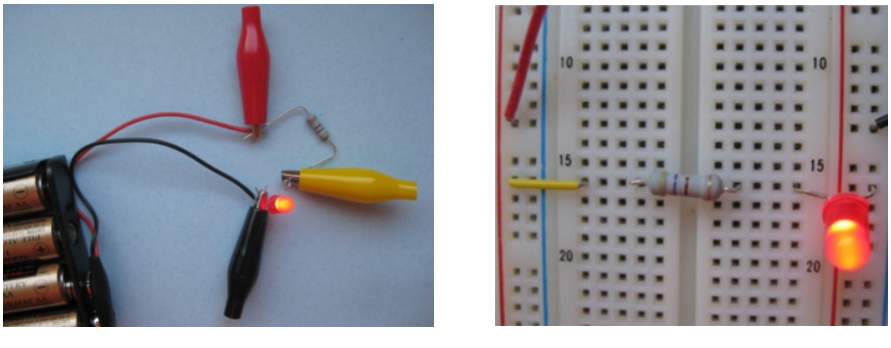


Figura 5-3: Dos formas de configurar el circuito resistencia-LED.

La Figura 54 muestra un circuito en paralelo (descrito en el Capítulo 4) en el que cada rama contiene un valor de resistencia diferente. Para valores de resistencia más altos, la corriente que pasa por esa rama se restringe más, por lo que el LED de esa rama emite menos luz.

Reducción de voltaje

Las resistencias también se pueden usar para reducir el voltaje suministrado a diferentes partes de un circuito. Por ejemplo, supongamos que tiene una fuente de alimentación de 9 voltios, pero necesita suministrar 5 voltios para alimentar un circuito integrado específico que está utilizando.

Puedes configurar un circuito, como el que se muestra en la Figura 55, para dividir el voltaje de manera que proporcione 5 V en la salida. Luego, ¡listo!, puedes usar el voltaje de salida. V_{afuera}, de esto *divisor de tensión* como voltaje de alimentación para su circuito integrado. (Encontrará detalles sobre su funcionamiento en el Capítulo 6).

Para observar el divisor de voltaje en acción, configure el circuito que se muestra en la Figura 56 utilizando las siguientes piezas:

- ✓ Una batería de 9 voltios
- ✓ Un clip de batería
- ✓ Una resistencia de 12 kΩ (marrón-rojo-naranja y cualquier color para la cuarta franja)
- ✓ Una resistencia de 15 kΩ (marrón-verde-naranja y cualquier color para la cuarta franja)
- ✓ Tres pinzas de cocodrilo aisladas *o* una placa de pruebas sin soldadura

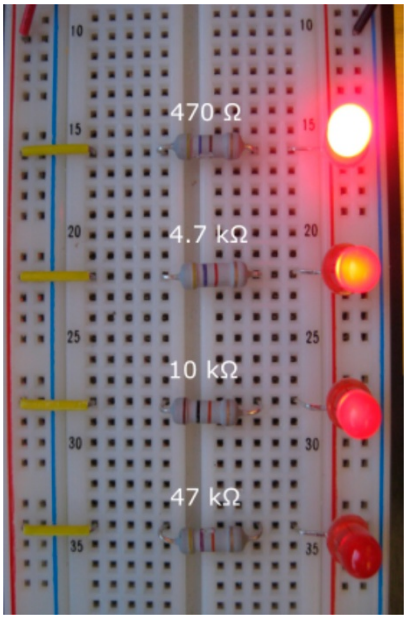


Figura 5-4: Los valores más altos de resistencia restringen más la corriente, lo que da como resultado que los LED emitan menos luz.

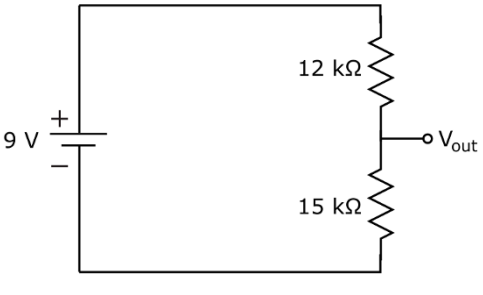


Figura 5-5: Utilice dos resistencias para crear un divisor de voltaje, una técnica común para producir diferentes voltajes para diferentes partes de un circuito.

A continuación, use su multímetro configurado en voltios CC para medir el voltaje en la batería y en la resistencia de 15 kΩ, como se muestra en la Figura 57. Mis mediciones muestran que el voltaje real de la batería es de 9,24 V y V_{afuera} (el voltaje a través de la resistencia de 15 kΩ) es 5,15 V.

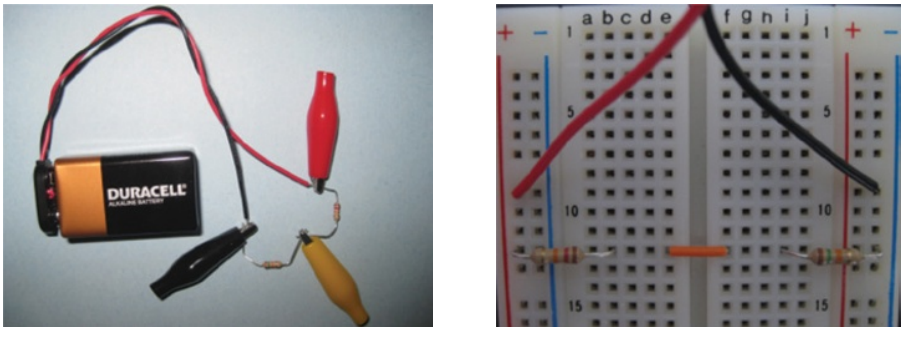


Figura 5-6: Dos formas de construir el circuito divisor de tensión.

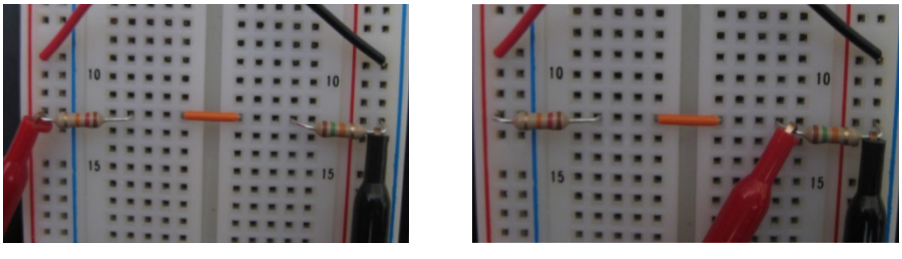


Figura 5-7: Mida el voltaje total suministrado por la batería (izquierda) y el voltaje a través de la resistencia de 15 kΩ (derecha).

Control de ciclos de sincronización

También puedes combinar una resistencia con otro componente popular, un condensador, que analizo en el capítulo 7, para crear oscilaciones de tensión predecibles. Descubrirás que la combinación de resistencia y condensador te ayuda a crear una especie de reloj de arena, lo cual resulta útil para circuitos con dependencias temporales (por ejemplo, un semáforo de tres vías). En el capítulo 7 muestro cómo funciona el dúo dinámico de resistencia y condensador.

Elegir un tipo de resistencia: fija o variable

Las resistencias se presentan en dos tipos básicos: fijas y variables. Ambos tipos se utilizan comúnmente en circuitos electrónicos. A continuación, se detallan los detalles de cada tipo y por qué debería elegir uno u otro:

- ✓ ***A resistencia fija*** Proporciona una resistencia constante, determinada de fábrica. Se utiliza para restringir la corriente dentro de un rango determinado o dividir el voltaje de una manera específica. Los circuitos con LED utilizan resistencias fijas para limitar la corriente, protegiendo así el LED de daños.

- ***Aresistencia variable,***comúnmente llamado un*potenciómetro*(*olla*(para abreviar), permite ajustar la resistencia desde prácticamente cero ohmios hasta un valor máximo determinado de fábrica. Se utiliza un potenciómetro para variar la corriente o el voltaje que se suministra a una parte del circuito. Algunos ejemplos de dónde se pueden encontrar potenciómetros son los reguladores de intensidad de luz, los controles de volumen de los sistemas de audio y los sensores de posición, aunque los controles digitales han sustituido en gran medida a los potenciómetros en la electrónica de consumo.

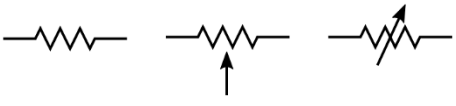


Figura 5-8:Símbolos de circuito para una resistencia fija (izquierda), un potenciómetro (centro) y un reóstato (derecha).

En esta sección, analizaremos en detalle las resistencias fijas y variables. La Figura 58 muestra los símbolos de circuito que se utilizan comúnmente para representar resistencias fijas, potenciómetros y otro tipo de resistencia variable llamada *reóstato*.(Ver la barra lateral "Reconocimiento de reóstatos", más adelante en este capítulo.) El patrón en zigzag debería recordarle que las resistencias dificultan el paso de la corriente, así como una torcedura en una manguera dificulta el paso del agua.

Resistencias fijas

Las resistencias fijas están diseñadas para tener una resistencia específica, pero la resistencia real de cualquier resistencia dada puede variar (hacia arriba o hacia abajo) de su valor nominal en un cierto porcentaje, conocido como el valor de la resistencia.*tolerancia.*

Supongamos que elige una resistencia de 1000 Ω con una tolerancia del 5 %. La resistencia real que proporciona podría estar entre 950 Ω y 1050 Ω (ya que el 5 % de 1000 es 50). Podría decirse que la resistencia es de 1000 Ω, con un margen de error del 5 %.

Usé mi multímetro configurado en ohmios para medir la resistencia real de cinco resistencias de 1 kΩ con una tolerancia del 5 %. Las lecturas fueron: 985 Ω, 980 Ω, 984 Ω, 981 Ω y 988 Ω.

Hay dos categorías de resistencias fijas:

- ***Resistencias de precisión estándar*** Pueden variar entre un 2% y (¡trago!) un 20% de sus valores nominales. Las marcas en el encapsulado de la resistencia le indicarán qué tan lejos puede estar de la resistencia real (por ejemplo,±2%,±5%, ±10%, o±20%). En la mayoría de los proyectos de aficionados, se utilizan resistencias de precisión estándar porque, generalmente, se utilizan para limitar la corriente o dividir el voltaje dentro de un rango aceptable. Las resistencias con una tolerancia del 5% o del 10% se usan comúnmente en circuitos electrónicos.
- ***Resistencias de alta precisión*** Se encuentran a solo un 1% de su valor nominal. Se utilizan en circuitos donde se requiere una precisión extrema, como en un circuito de temporización de precisión o de referencia de voltaje.

Las resistencias fijas a menudo vienen en un paquete cilíndrico con dos cables que sobresalen (consulte la Figura 51) para que pueda conectarlas a otros elementos del circuito. (Consulte la barra lateral "Identificación de resistencias en placas de circuitos" para conocer las excepciones). Siéntase libre de insertar resistencias fijas de cualquier manera en sus circuitos: no hay izquierda o derecha, arriba o abajo, o hacia o desde cuando se trata de estos pequeños dispositivos de dos terminales.

La mayoría de las resistencias fijas están codificadas por colores con su valor nominal y tolerancia (consulte la sección "Lectura en resistencias fijas"), pero algunas resistencias tienen sus valores estampados directamente en el pequeño paquete, junto con un montón de otras letras y números que garantizan Causar confusión. Si no está seguro del valor de una resistencia específica, utilice el multímetro, configúrelo para medir la resistencia en ohmios y coloque las puntas de prueba sobre la resistencia (en cualquier dirección), como se muestra en la Figura 59. Asegúrese de que la resistencia no esté conectada a un circuito al medirla; de lo contrario, no obtendrá una lectura precisa.

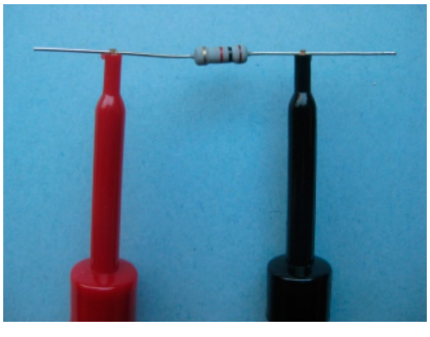
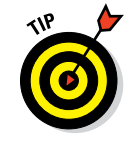


Figura 5-9: Utilice su multímetro configurado en ohmios para medir la resistencia real de una resistencia fija.



Los diseños de circuitos suelen indicar la tolerancia de resistencia segura que se debe usar, ya sea para cada resistencia individual o para todas las resistencias del circuito. Busque una nota ción en la lista de piezas o como nota al pie en el diagrama del circuito. Si el esquema no indica una tolerancia, se puede asumir que está bien usar resistencias con tolerancia estándar (±5% o±10%).

Lectura en resistencias fijas

Los atractivos colores del arcoíris que adornan la mayoría de las resistencias fijas tienen un propósito más allá de llamar la atención. La codificación por colores identifica...*valor nominaly tolerancia*de la mayoría de las resistencias; las demás son monótonas y aburridas, y tienen sus valores impresos. El código de color comienza cerca del borde de un lado de la resistencia y consta de varias franjas, o*alzacuello,*de color. Cada color representa un número, y la posición de la banda indica cómo se usa ese número.

Las resistencias de precisión estándar utilizan cuatro bandas de color: las tres primeras indican el valor nominal de la resistencia y la cuarta, la tolerancia. Utilizando la Tabla 51, puede descifrar el valor nominal y la tolerancia de una resistencia de precisión estándar de la siguiente manera:

- ✓ El**primera banda**te da el primer dígito.
- ✓ El**segunda banda**te da el segundo dígito.

- ✓ **El tercera banda** te da el multiplicador como la cantidad de ceros a agregar al final de los primeros dos dígitos, excepto si la banda es dorada o plateada.
  - Si la tercera banda es **oro,** Toma los dos primeros dígitos y divídelos por 10.
  - Si la tercera banda es **plata,** Toma los dos primeros dígitos y divídelos por 100.
- ✓ **El cuarta banda** le indica la tolerancia, como se muestra en la cuarta columna de la Tabla 51. Si no hay una cuarta banda, puede asumir que la tolerancia es ±20%.

El valor nominal de la resistencia en ohmios se obtiene juntando los dos primeros dígitos (uno al lado del otro) y aplicando el multiplicador.

Tabla 5-1 Codificación de colores de resistencias

Color	*Banda 1 (Primer dígito)*	*Banda 2 (Segundo dígito)*	*Banda 3 (Multiplicador, o Número de ceros)*	*Banda 4 (Tolerancia)*
Negro	0	0	10_0= 1 (sin ceros)	±20%
Marrón	1	1	10_1= 10 (1 cero)	±1%
Rojo	2	2	10_2= 100 (2 ceros)	±2%
Naranja	3	3	10_3= 1.000 (3 ceros)	±3%
Amarillo	4	4	10_4= 10.000 (4 ceros)	±4%
Verde	5	5	10_5= 100.000 (5 ceros)	–
Azul	6	6	10_6= 1.000.000 (6 ceros)	–
Violeta	7	7	10_7= 10.000.000 (7 ceros)	–
Gris	8	8	10_8= 100.000.000 (8 ceros)	–
Blanco	9	9	10_9= 1.000.000.000 (9 ceros)	–
Oro	–		0.1 (dividir por 10)	±5%
Plata	–		0.01 (dividir por 100)	±10%

Veamos un par de ejemplos:

- ✓ **Rojo-rojo-amarillo-dorado:**Una resistencia con rojo (2), rojo (2), amarillo (4 ceros) y dorado (±Las bandas del 5%) (véase la Figura 510, arriba) proporcionan una resistencia nominal de 220 000 Ω o 220 kΩ, que puede variar hasta un 5% de dicho valor. Por lo tanto, podría tener una resistencia de entre 209 kΩ y 231 kΩ.
- ✓ **Marrón-negro-dorado-plateado:**Una resistencia con marrón (1), negro (0), dorado (0,1) y plateado (±Las bandas del 10%) (ver Figura 510, abajo) proporcionan una resistencia de 10×0,1 o 1 Ω, que puede variar hasta en un 10 % de ese valor. Por lo tanto, la resistencia real podría estar entre 0,9 Ω y 1,1 Ω.

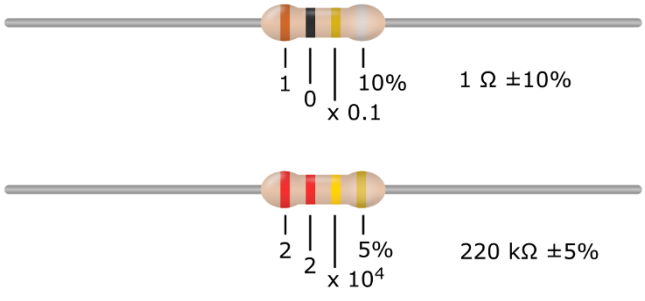


Figura 5-10: Descodifique el patrón de rayas de la resistencia para determinar la resistencia.

Una resistencia con cinco bandas de color es una resistencia de alta precisión. Las tres primeras bandas de color indican los tres primeros dígitos, la cuarta el multiplicador y la quinta la tolerancia (normalmente...±1%).

Los colores varían mucho en los paquetes de resistencias y algunas resistencias no usan el código de color en absoluto, por lo que será prudente verificar la resistencia real usando un multímetro configurado en ohmios.

Resistencias variables (potenciómetros)

Los potenciómetros permiten ajustar la resistencia continuamente. Los potenciómetros son dispositivos de tres terminales, lo que significa que ofrecen tres puntos de conexión con el exterior. (Véase la Figura 511). Entre los dos terminales más externos hay una resistencia fija: el valor máximo del potenciómetro. Entre el terminal central y cada terminal de los extremos hay una resistencia que varía según la posición de un eje giratorio u otro mecanismo de control en el exterior del potenciómetro.

Dentro de un potenciómetro hay una pista de resistencia con conexiones en ambos extremos y un cursor que se mueve a lo largo de ella. (Véase la Figura 512). Cada extremo de la pista de resistencia está conectado eléctricamente a uno de los dos terminales exteriores del potenciómetro, por lo que la resistencia entre ambos terminales es fija e igual al valor máximo del potenciómetro.

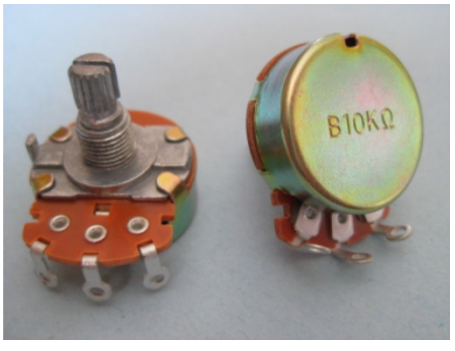


Figura 5-11: Varía la resistencia de estos potenciómetros de dial de 10 kΩ girando un eje.

El limpiador dentro del potenciómetro está conectado eléctricamente al terminal central y conectado mecánicamente a un eje, corredera o tornillo.

Dependiendo del tipo de potenciómetro, al mover el cursor, la resistencia entre el terminal central y un terminal del extremo varía desde 0 (cero) hasta el valor máximo, mientras que la resistencia entre el terminal central y el otro terminal varía desde el valor máximo hasta 0 (cero). Como era de esperar, la suma de las dos resistencias variables siempre es igual a la resistencia máxima fija (es decir, la resistencia entre los dos terminales).

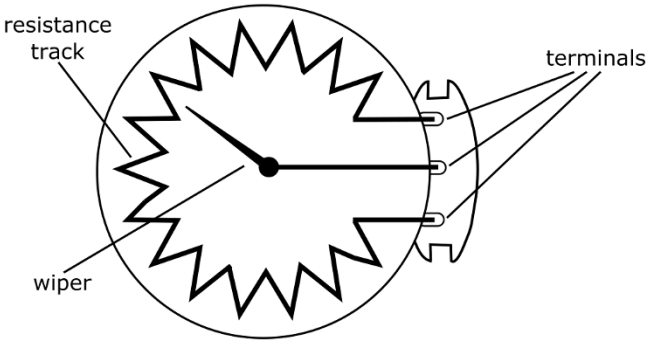


Figura 5-12: Un potenciómetro tiene un limpiador que se mueve a lo largo de una pista de resistencia.

Generalmente, los potenciómetros se marcan con su valor máximo (10 kΩ, 50 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, etc.) y no siempre incluyen el pequeño símbolo de ohmio (Ω). Por ejemplo, con un potenciómetro de 50 kΩ, se puede ajustar cualquier resistencia de 0 a 50 000 Ω.

Los potenciómetros están disponibles en varios paquetes conocidos como potenciómetros de dial, potenciómetros deslizantes y potenciómetros de ajuste:

- ***Ollas de dial*** Contienen pistas de resistencia rotatoria y se controlan girando un eje o perilla. Comúnmente utilizados en proyectos electrónicos, los potenciómetros de dial están diseñados para montarse a través de un orificio en la caja que alberga un circuito, con la perilla accesible desde el exterior. Los potenciómetros de dial son populares para ajustar el volumen en circuitos de sonido.
- ***Potenciómetros deslizantes*** Contienen una pista de resistencia lineal y se controlan moviendo una corredera a lo largo de ella. Se ven en equipos estéreo (por ejemplo, faders) y algunos reguladores de intensidad.
- ***Recortar macetas*** (También conocido como *potenciómetros preestablecidos*) son más pequeños, están diseñados para montarse en una placa de circuito y cuentan con un tornillo para ajustar la resistencia. Se suelen utilizar para ajustar con precisión un circuito (por ejemplo, para ajustar la sensibilidad de un circuito fotosensible), en lugar de permitir variaciones (como ajustes de volumen) durante el funcionamiento de un circuito.

Si usa un potenciómetro en un circuito, tenga en cuenta que si el cursor se ajusta al mínimo, la resistencia es cero y no se limita la corriente con este dispositivo. Es común insertar una resistencia fija en serie con un potenciómetro como medida de seguridad para limitar la corriente. Simplemente elija un valor para la resistencia fija para que funcione con la resistencia variable y genere el rango de resistencia necesario. (Consulte los detalles sobre cómo calcular la resistencia total de varias resistencias en serie en la sección "Combinación de resistencias", más adelante en este capítulo).

Reconociendo reóstatos

La palabra *potenciómetro* A menudo se utiliza para clasificar todas las resistencias variables, pero existe otro tipo de resistencia variable, conocida como *reóstato*, es diferente de un potenciómetro verdadero. Los reóstatos son dispositivos de dos terminales, con un cable conectado al contacto deslizante y el otro a un extremo de la pista de resistencia. Aunque un potenciómetro es un dispositivo de tres terminales, sus cables se conectan al contacto deslizante y a *ambos* extremos de la pista de resistencia: puede usar un potenciómetro como reóstato (como es bastante común) conectando solo dos de sus cables, o puede conectar los tres cables en su circuito — ¡y obtenga una resistencia fija y variable por el precio de una!

Los reóstatos suelen manejar niveles de voltaje y corriente más altos que los potenciómetros. Esto los hace ideales para aplicaciones industriales, como el control de la velocidad de motores eléctricos en máquinas grandes. Sin embargo, los reóstatos han sido reemplazados en gran medida por circuitos que utilizan dispositivos semiconductores (véase el Capítulo 9), que consumen mucha menos energía.

El símbolo de circuito utilizado para representar un reóstato se muestra en la Figura 58, a la derecha.

Tenga en cuenta que el rango del potenciómetro es aproximado. Si el potenciómetro no tiene marcas, utilice un multímetro (configurado en ohmios) para determinar el valor del componente. También puede usar un multímetro para medir la resistencia variable entre el terminal central y cualquiera de los terminales de los extremos. (El capítulo 16 explica en detalle cómo probar resistencias con un multímetro).

El símbolo de circuito comúnmente utilizado para representar un potenciómetro (consulte la Figura 58, centro) consiste en un patrón en zigzag que representa la resistencia y una flecha que representa el limpiador.

Clasificación de resistencias según potencia

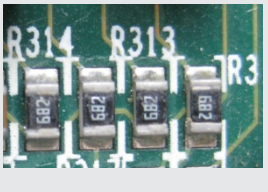
¡Hora del examen! ¿Qué se obtiene al dejar pasar demasiados electrones a la vez por una resistencia? Si respondiste "un desastre carbonizado y sin garantía de devolución de dinero", ¡tienes razón! Cuando los electrones fluyen a través de algo con resistencia, generan calor, y cuantos más electrones, mayor es el calor.

Los componentes electrónicos (como las resistencias) solo pueden soportar una cierta cantidad de calor (la cantidad depende del tamaño y el tipo de componente) antes de fundirse. Dado que el calor es una forma de energía y la potencia es una medida de la energía consumida durante un período de tiempo, se puede usar...*potencia nominal* de un componente electrónico para indicarte cuántos vatios (¿qué? *Vatios,* abreviado W, son unidades de potencia eléctrica) que un componente puede manejar con seguridad.

Identificación de resistencias en placas de circuito impreso

A medida que aprenda más sobre electrónica, puede que sienta la curiosidad suficiente para echar un vistazo al interior de algunos aparatos electrónicos de su casa. Advertencia: ¡Tenga cuidado! Siga las normas de seguridad del Capítulo 13. Por ejemplo, podría abrir el control remoto de su televisor y ver algunos componentes conectados entre un panel táctil y un LED. *placas de circuito impreso (PCB)*, que sirven como plataformas para construir los circuitos producidos en masa que se encuentran comúnmente en computadoras y otros sistemas electrónicos, es posible que tenga dificultades para reconocer los componentes individuales del circuito. Esto se debe a que los fabricantes utilizan técnicas sofisticadas para llenar las PCB con componentes, con el objetivo de maximizar la eficiencia y ahorrar espacio (conocido como *bienes raíces*) en los tableros.

Una de esas técnicas es *tecnología de montaje superficial (SMT),* permite que los componentes se monten directamente en la superficie de una placa (piense en ellos como si "golpearan el suelo"). *Dispositivos de montaje en superficie,* Las resistencias SMT que se muestran en la fotografía se ven un poco diferentes a los componentes que usarías para construir un circuito en tu garaje, ya que no requieren cables largos para conectarlas dentro del circuito. Estos componentes utilizan su propio sistema de codificación para identificar su valor.



Todas las resistencias (incluidos los potenciómetros) tienen su potencia nominal. Las resistencias fijas estándar admiten 1/8 W o 1/4 W, pero se pueden encontrar fácilmente resistencias de 1/2 W y 1 W, y algunas incluso son ignífugas. (¿Te pone nervioso construir circuitos?) Claro que la potencia nominal no se indica en la propia resistencia (lo que lo haría demasiado fácil), así que debes calcularla por el tamaño de la resistencia (cuanto mayor sea la resistencia, mayor potencia admite) o pedirla al fabricante o a tu proveedor de componentes.

¿Cómo se utiliza la potencia nominal para elegir una resistencia específica para el circuito? Se estima la potencia pico que la resistencia debe soportar y se elige una potencia nominal que la iguale o la supere. La potencia se calcula de la siguiente manera:

$$P = V \times I$$

V representa el voltaje (en voltios, abreviado V) medido a través de la resistencia y *I* representa la corriente (en amperios, abreviada como A) que fluye a través de la resistencia. Por ejemplo, supongamos que el voltaje es de 5 V y se desea pasar 25 mA (miliamperios) de corriente a través de la resistencia. Para calcular la potencia, primero se convierten 25 mA a 0,025 A (recuerde, *mili* los amperios son milésimas de un amperio). Luego multiplicas 5 por 0,025 y obtienes 0,125 W, o 1/8 W. Así que sabes que una resistencia de 1/8 W puede estar bien, pero puedes estar seguro de que una resistencia de 1/4 W *voluntad* aguanta bien el calor en su circuito.

Para la mayoría de los proyectos electrónicos de aficionados, las resistencias de 1/4 W o 1/8 W son suficientes. Necesita resistencias de alto voltaje para *alta carga* aplicaciones donde cargas como un motor o el control de una lámpara requieren corrientes superiores a las habituales para funcionar. Las resistencias de alto voltaje adoptan diversas formas, pero seguro que son más grandes y voluminosas que una resistencia promedio. Las resistencias con potencias superiores a 5 W están recubiertas de epoxi (u otro revestimiento impermeable e ignífugo) y tienen forma rectangular, en lugar de cilíndrica. Una resistencia de alto voltaje puede incluso incluir su propio metal. *disipador de calor*, con aletas que conducen el calor lejos de la resistencia.

Combinando resistencias

Al empezar a comprar resistencias, te darás cuenta de que no siempre consigues exactamente lo que quieres. Sería poco práctico para los fabricantes fabricar resistencias con todos los valores posibles. En cambio, fabrican resistencias con un conjunto limitado de valores, y tú tienes que buscar soluciones alternativas (como verás a continuación). Por ejemplo, puedes buscar por todas partes una resistencia de 25 kΩ, pero puede que nunca la encuentres; sin embargo, ¡las resistencias de 22 kΩ son tan comunes como el día! La clave está en averiguar cómo obtener la resistencia que necesitas usando piezas estándar disponibles.

Resulta que puedes combinar resistencias de varias maneras para crear una *resistencia equivalente*Un valor que se acercará bastante a la resistencia que necesite. Y como las resistencias de precisión estándar tienen una precisión del 5% al 10% de su valor nominal, combinar resistencias funciona perfectamente.

Existen ciertas reglas para combinar resistencias, que abordo en esta sección. Úsalas no solo para elegir resistencias estándar para tus propios circuitos, sino también como parte clave de tu análisis de circuitos electrónicos de otros. Por ejemplo, si sabes que una bombilla tiene cierta resistencia y conectas una resistencia en serie con ella para limitar la corriente, necesitarás saber cuál es la resistencia total de los dos componentes antes de calcular la corriente que circula por ellos.

Resistencias en serie

Al combinar dos o más resistencias en serie, se conectan extremo con extremo (como se muestra en la Figura 513), de modo que la misma corriente pase secuencialmente por cada resistencia. De esta manera, se restringe ligeramente la corriente con la primera resistencia, se restringe aún más con la siguiente, y así sucesivamente. Por lo tanto, el efecto de la combinación en serie es...*aumentar*en la resistencia general.

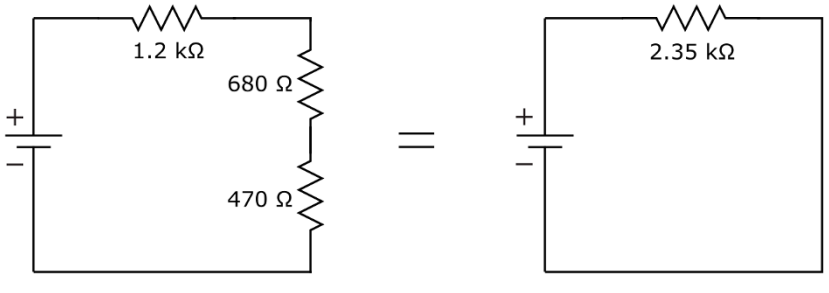


Figura 5-13: La resistencia combinada de dos o más resistencias en serie es la suma de las resistencias individuales.

Para calcular la resistencia combinada (equivalente) de varias resistencias en serie, simplemente se suman los valores de cada resistencia. Esta regla se puede aplicar a cualquier número de resistencias en serie:

$$R_{serie} = R1 + R2 + R3 + \ldots$$

R1,*R2*,*R3*, y así sucesivamente representan los valores de las resistencias, y R_{serie} envía la resistencia equivalente total. Recuerde que fluye la misma corriente.

a través de todas las resistencias conectadas en serie y que todas las resistencias contribuyen a la restricción general de la corriente.

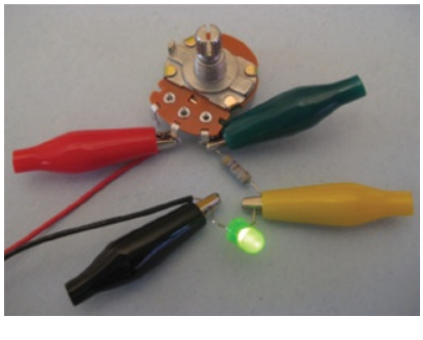
Puedes aplicar este concepto de resistencia equivalente para seleccionar resistencias para un circuito específico. Por ejemplo, supongamos que necesitas una resistencia de 25 kΩ, pero no encuentras una resistencia estándar con ese valor. Puedes combinar dos resistencias estándar (una de 22 kΩ y otra de 3,3 kΩ) en serie para obtener una resistencia de 25,3 kΩ. Esto representa una diferencia de menos del 2 % con respecto a los 25 kΩ que buscas, dentro de los límites de tolerancia típicos de las resistencias (que son del 5 % al 10 %).

Tenga cuidado con las unidades de medida al sumar valores de resistencia. Por ejemplo, suponga que conecta las siguientes resistencias en serie: 1,2 kΩ, 680 Ω y 470 Ω. (Consulte la Figura 513). Antes de sumar las resistencias, debe convertir los valores a las mismas unidades, por ejemplo, ohmios. En este caso, la resistencia total, R_{serie}, se calcula de la siguiente manera:

$$R_{serie} = 1.200\ \Omega + 680\ \Omega + 470\ \Omega$$
$$= 2.350\ \Omega$$
$$= 2{,}35\ \text{mil}\ \Omega$$

La resistencia combinada será *siempre* Ser mayor que cualquier resistencia individual. Este hecho resulta útil al diseñar circuitos. Por ejemplo, si desea limitar la corriente que entra en una bombilla pero desconoce su resistencia, puede colocar una resistencia en serie con la bombilla y tener la seguridad de que la resistencia total al flujo de corriente es *al menos* Tanto como el valor de la resistencia añadida. En circuitos que usan resistencias variables (como un circuito con regulador de intensidad de luz), conectar una resistencia fija en serie con la variable garantiza que la corriente se limite incluso si el potenciómetro se ajusta a cero ohmios. (Más adelante en este capítulo se explica cómo calcular la corriente para una combinación dada de voltaje y resistencia).

Vea usted mismo cómo una pequeña resistencia en serie puede salvar un LED. Configure el circuito que se muestra en la Figura 514, izquierda, utilizando las siguientes piezas:



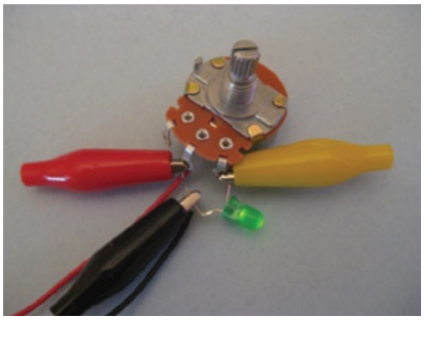


Figura 5-14: Una resistencia en serie con un potenciómetro garantiza que la corriente que llega al LED se restrinja incluso si el potenciómetro se ajusta a cero ohmios. Sin esa resistencia, el LED no funciona.

- ✓ Una batería de 9 voltios
- ✓ Un clip de batería
- ✓ Una resistencia de 470 Ω (amarillo-violeta-marrón)
- ✓ Un potenciómetro de 10 kΩ
- ✓ Cuatro pinzas de cocodrilo
- ✓ Un LED, de cualquier tamaño, de cualquier color.

Asegúrese de conectar el centro y un extremo del terminal del potenciómetro al circuito, dejando el otro terminal sin conectar, y de orientar el LED correctamente, de modo que su cable más corto esté conectado al terminal negativo de la batería.

Gire el eje del potenciómetro y observe qué sucede con el LED. Debería ver cómo la intensidad de la luz varía de bastante brillante a muy tenue (o viceversa) al ajustar la resistencia del potenciómetro.

Con el eje del potenciómetro en la mitad de su rango, retire la resistencia de 470 Ω y conecte el LED directamente al potenciómetro, como se muestra en la Figura 514, derecha. Ahora gire el eje lentamente en la dirección que aumenta la intensidad de la luz. Gírelo completamente y observe qué sucede con el LED. A medida que ajusta el potenciómetro a 0 Ω, debería ver que el LED se vuelve cada vez más brillante hasta que finalmente deja de brillar por completo. Sin resistencia para limitar la corriente, el LED podría fundirse. (Si esto ocurre, debería desecharlo porque ya no funcionará).

Resistencias en paralelo

Al combinar dos resistencias en paralelo, se conectan ambos extremos (véase la Figura 515) para que cada resistencia tenga el mismo voltaje. De esta manera, se proporcionan dos rutas diferentes para el flujo de corriente. Aunque cada resistencia restringe el flujo de corriente a través de una ruta del circuito, existe otra ruta que puede consumir corriente adicional. Desde la perspectiva del voltaje de la fuente, el efecto de disponer las resistencias en paralelo es...*disminuir*en la resistencia general.

Para calcular la resistencia equivalente, $R_{paralelo}$, de dos resistencias en paralelo, se Utilice la siguiente fórmula:

$$R_{paralelo} = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

dónde $R1$ y $R2$ son los valores de las resistencias individuales.

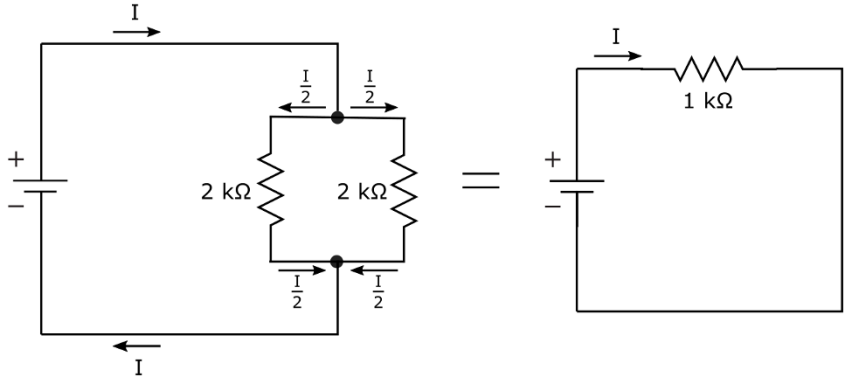


Figura 5-15: La resistencia combinada de dos o más resistencias en paralelo siempre es menor que cualquiera de las resistencias individuales.

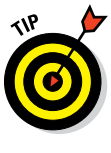
Quizás recuerdes que la línea que separa el numerador y el denominador en una fracción representa la división, así que otra forma de pensar en esta fórmula es así:

$$R_{paralelo} = (R1 \times R2) \div (R1 + R2)$$

En el ejemplo de la Figura 514, se colocan dos resistencias de 2 kΩ en paralelo. La resistencia equivalente es la siguiente:

$$\begin{aligned} R_{paralelo} &= \frac{2.000\ \Omega \times 2.000\ \Omega}{2.000\ \Omega + 2.000\ \Omega} \\ &= \frac{4.000.000\ \Omega^2}{4.000\ \Omega} \\ &= 1.000\ \Omega \\ &= 1\ \text{k}\Omega \end{aligned}$$

En este ejemplo, debido a que las dos resistencias tienen la misma resistencia, al conectarlas en paralelo se obtiene una resistencia equivalente de *la mitad del valor de cualquiera de los dos.* El resultado es que cada resistencia consume la mitad de la corriente de alimentación. Si se colocan en paralelo dos resistencias de distinto valor, *más* La corriente fluirá a través del camino con el *más bajo* resistencia que el camino con mayor resistencia.



Si su circuito requiere una resistencia con una potencia nominal ligeramente superior, por ejemplo, de 1 W, pero solo dispone de resistencias de 1/2 W, puede combinar dos resistencias de 1/2 W en paralelo. Simplemente seleccione valores de resistencia que se combinen para crear la resistencia necesaria. Dado que cada una consume la mitad de la corriente que consumiría una sola resistencia, disipa la mitad de la potencia (recuerde que potencia = voltaje).×actual).

Si combinas más de una resistencia en paralelo, la matemática se vuelve un poco más complicada:

$$R_{paralelo} = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \ldots}$$

La elipsis al final del denominador indica que debes seguir sumando los recíprocos de las resistencias para tantas resistencias como tengas en paralelo.

Para múltiples resistencias en paralelo, la cantidad de corriente que fluye a través de cualquier rama dada es *inversamente proporcional* A la resistencia en esa rama. En la práctica, a mayor resistencia, menor corriente circula por esa rama; a menor resistencia, mayor corriente circula por esa rama. Al igual que el agua, la corriente eléctrica tiende por la vía de menor resistencia.

Medición de resistencias combinadas

Usando su multímetro configurado para medir la resistencia en ohmios, puede verificar la resistencia equivalente de resistencias en serie y resistencias en paralelo.

Las siguientes fotos muestran cómo medir la resistencia equivalente de tres resistencias en serie (izquierda), dos resistencias en paralelo (centro) y una combinación de una resistencia en serie con dos resistencias en paralelo (derecha). ¡Selecciona tres resistencias y compruébalo tú mismo!

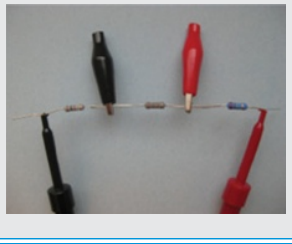
Las resistencias en las fotos tienen valores nominales de 220 kΩ, 33 kΩ y 1 kΩ. En las fotos del centro y de la derecha, las resistencias en paralelo son de 220 kΩ y 33 kΩ. La única resistencia en serie en la foto de la derecha es de 1 kΩ.

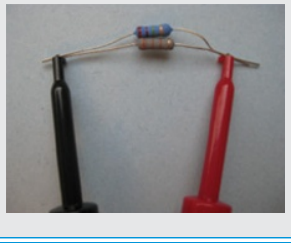
Para las resistencias en serie (foto izquierda), la resistencia equivalente calculada en kΩ fue $(220 + 33 + 1) = 254$, y la resistencia real La resistencia que medí fue 255,4 kΩ.

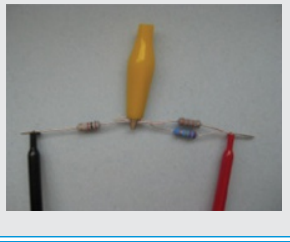
Para las resistencias en paralelo (foto central), la resistencia equivalente calculada en kΩ fue $\left(\frac{220 \times 33}{220 + 33}\right) = 28{,}7$, y la resistencia real que medí fue 28,5 kΩ.

Para la combinación serie-paralelo (foto derecha), la resistencia calculada en kΩ fue $\left(\frac{28{,}7 \times 1}{28{,}7 + 1}\right) = 29{,}7$, y la resistencia real que medí fue 29,4 kΩ.

Recuerde que los valores de la mayoría de las resistencias varían un poco de sus valores nominales; es por eso que la resistencia medida real para cada combinación de resistencias que se muestra aquí es un poco diferente (en estos casos, <2%) de su resistencia equivalente calculada.







Como abreviatura en ecuaciones electrónicas, se puede ver el símbolo || para representar la fórmula de resistencias en paralelo. Por ejemplo:

$$R_{paralelo} = R1\text{-}R2 = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

o

$$R_{paralelo} = R1\text{-}R2\text{-}R3 = \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}}$$

Combinación de resistencias en serie y en paralelo

Muchos circuitos combinan resistencias en serie y en paralelo de diversas maneras para restringir la corriente en algunas partes del circuito y dividirla en otras. En algunos casos, se puede calcular la resistencia equivalente combinando las ecuaciones de resistencias en serie y en paralelo.

Por ejemplo, en la Figura 516, la resistencia *R2* (3,3 kΩ) está en paralelo con la resistencia *R3* (3,3 kΩ), y esa combinación en paralelo está en serie con la resistencia *R1* (1 kΩ). Puede calcular la resistencia total (en kΩ) de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} R_{equivalente} &= R1 + (R2\text{-}R3) \\ &= R1 + \frac{R2 \times R3}{R2 + R3} \\ &= 1\ \text{k}\Omega + \frac{3{,}3\ \text{mil}\,\Omega \times 3{,}3\ \text{mil}\,\Omega}{3{,}3\ \text{mil}\,\Omega + 3{,}3\ \text{mil}\,\Omega} \\ &= 1\ \text{k}\Omega + 1{,}65\ \text{mil}\,\Omega \\ &= 2{,}65\ \text{mil}\,\Omega \end{aligned}$$

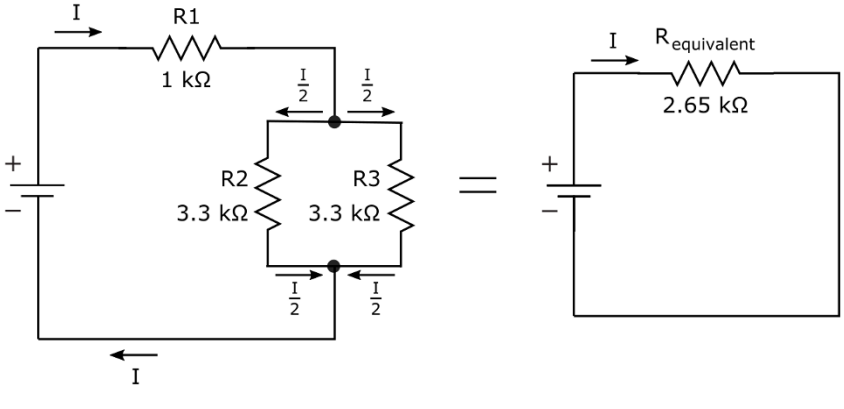
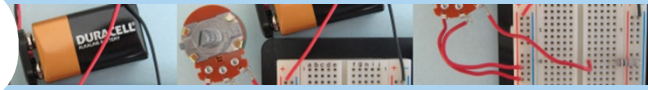


Figura 5-16: Muchos circuitos incluyen una combinación de resistencias en paralelo y en serie.

En este circuito, la corriente suministrada por la batería está limitada por la *total* La resistencia del circuito es de 2,65 kΩ. La corriente de alimentación fluye desde el terminal positivo de la batería a través de la resistencia. *R1*, se divide — con la mitad fluyendo a través de la resistencia *R2* y la otra mitad fluye a través de la resistencia *R3* (porque esas resistencias son las mismas) y luego se combina nuevamente para fluir hacia el terminal negativo de la batería.

Los circuitos suelen tener combinaciones de resistencias más complejas que las relaciones simples en serie o en paralelo, y calcular resistencias equivalentes no siempre es fácil. Es necesario usar matemáticas matriciales para analizarlas, y como este libro no es de matemáticas, no me desviaré a explorar las complejidades de las matemáticas matriciales.

6



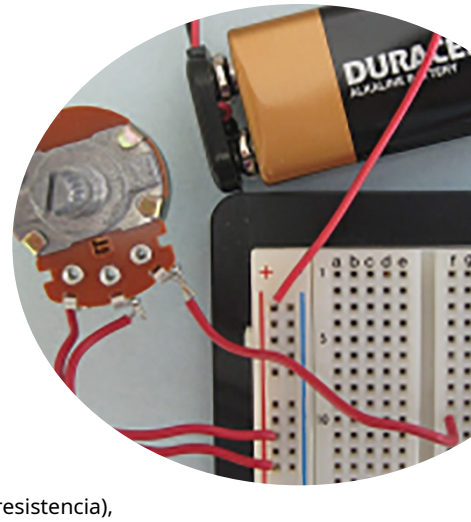
Obedeciendo la ley de Ohm

En este capítulo

- Comprender cómo la corriente, el voltaje y la resistencia se rigen por la Ley de Ohm
- Practicando la Ley de Ohm mediante el análisis de circuitos
- Usar la energía como guía al elegir los componentes del circuito

Existe una estrecha relación entre el voltaje (la fuerza eléctrica que impulsa a los electrones) y la corriente en componentes con resistencia. Esta relación se resume en una ecuación sencilla con un nombre reconocido: la Ley de Ohm. En este capítulo, se aplicará la Ley de Ohm para comprender qué sucede en algunos circuitos básicos. A continuación, se analizará el papel de la Ley de Ohm y los cálculos de potencia relacionados en el diseño de circuitos electrónicos.

Definición de la Ley de Ohm



Uno de los conceptos más importantes en electrónica es la relación entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito, resumida en una ecuación simple conocida como la Ley de Ohm. Una vez que comprendas esta ecuación a fondo, estarás en el camino correcto para analizar circuitos diseñados por otros, así como para diseñar con éxito tus propios circuitos. Antes de profundizar en la Ley de Ohm, puede ser útil echar un vistazo rápido a los flujos y reflujos de la corriente.

Conducción de corriente a través de una resistencia

Si coloca una fuente de voltaje a través de un computador electrónico que tiene una resistencia medible (como una bombilla o una resistencia), La fuerza del voltaje impulsará los electrones a través del componente. El movimiento de electrones constituye la corriente eléctrica. Al aplicar un voltaje mayor, se ejerce una fuerza mayor sobre los electrones, lo que crea un flujo más intenso de electrones (una corriente mayor) a través de la resistencia. Cuanto mayor sea la fuerza (voltaje) *V*),Cuanto más fuerte sea el flujo de electrones (corriente) *I*).

Esto es similar al agua que fluye por una tubería de cierto diámetro. Si se ejerce cierta presión sobre el agua en la tubería, la corriente fluirá a una velocidad determinada. Si se aumenta la presión, la corriente fluirá más rápido por la misma tubería; si se disminuye, la corriente fluirá más despacio.

¡Es constantemente proporcional!

La relación entre el voltaje (*V*) y actual (*I*) en un componente con resistencia (*R*) fue descubierta a principios del siglo XIX por Georg Ohm (¿les suena su nombre?). Descubrió que, para componentes con una resistencia fija, el voltaje y la corriente varían de la misma manera: al duplicar el voltaje, la corriente se duplica; al reducir el voltaje a la mitad, la corriente se reduce a la mitad. Resumió esta relación de forma muy precisa en la sencilla ecuación matemática que lleva su nombre: la Ley de Ohm.

Ley de Ohm Establece que el voltaje es igual a la corriente multiplicada por la resistencia, o

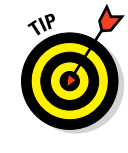
$$V = IR$$

Lo que esto realmente significa es que el voltaje (*V*), medida a través de un componente con una resistencia fija, es igual a la corriente (*I*) que fluye a través del componente multiplicado por el valor de la resistencia (*R*).

Por ejemplo, en el circuito simple de la Figura 6-1, una batería de 9 voltios aplicada a una resistencia de 1 kΩ produce una corriente de 9 mA (que es 0,009 A) a través del circuito:

$$V = 0{,}009\ A \times 1.000\ \Omega$$

La Ley de Ohm es tan importante en electrónica que sería prudente repetirla una y otra vez, como un mantra, hasta dominarla. Para recordarla mejor, piense en la Ley de Ohm como...**V**ery **I**importante **R**ule.



Al usar la Ley de Ohm, preste atención a las unidades de medida. Asegúrese de convertir cualquier...*kilos* y *milisegundos* Antes de sacar la calculadora, si piensas en la Ley de Ohm como voltios, amperios y ohmios..., Serás Vale. Y si eres valiente, también puedes usar voltios, miliamperios y kiloohmios., que funciona menos mal (porque el *milisegundos* cancelar el *kilos*).

Pero si no tienes cuidado y mezclas unidades, ¡podrías llevarte una sorpresa! Por ejemplo, una lámpara con una resistencia de 100 Ω pasa una corriente de 50 mA. Si olvidas convertir miliamperios a amperios, multiplicarás 100 por

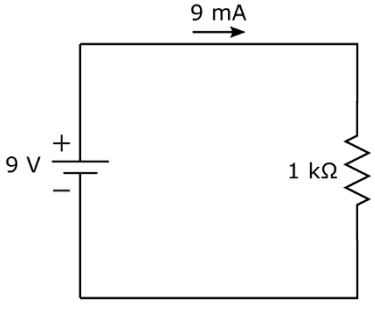


Figura 6-1: Un voltaje de 9 V aplicado a una resistencia de 1 kΩ produce una corriente de 9 mA.

¡50 para obtener 5000 V como voltaje en la lámpara! ¡Ay! La forma correcta de realizar el cálculo es convertir 50 mA a 0,05 A, y *entonces* multiplicar por 100 Ω, para obtener 5 V. ¡Mucho mejor!

La Ley de Ohm es tan importante (¿ya lo dije?) que he creado la siguiente lista para ayudarte a recordar cómo usarla:

$$\textit{voltaje} = \textit{actual} \times \textit{resistencia}$$

$$V = IR$$

$$\text{voltios} = \text{amperios} \times \text{ohmios}$$

$$V = A \times \Omega$$

$$\text{voltios} = \text{miliamperios} \times \text{kiloohmios}$$

$$V = mA \times k\Omega$$

Hay una razón por la que el nombre de Georg Ohm se asocia con los valores de resistencia, así como con la ley. La definición de ohmio, o unidad de resistencia, proviene del trabajo de Georg Ohm. *ohm* Se define como la resistencia entre dos puntos de un conductor cuando un voltio, aplicado entre esos puntos, produce un amperio de corriente a través del conductor. Pensé que te interesaría saberlo. (¡Qué bueno que el apellido de Georg no era Wojciehowicz!)

Una ley, tres ecuaciones

¿Recuerdas el álgebra de la secundaria? ¿Recuerdas cómo puedes reorganizar los términos de una ecuación que contiene variables (como la familiar *incógnita* y *y*¿Cómo resolver una variable, siempre que conozcas los valores de las demás? Pues bien, las mismas reglas se aplican a la Ley de Ohm. Puedes reorganizar sus términos para crear dos ecuaciones más, ¡para un total de tres ecuaciones a partir de esa ley!

$$= IR \qquad \frac{V}{R} \qquad \frac{\text{Autocaravana}}{I}$$

Estas tres ecuaciones expresan lo mismo, pero de forma diferente. Puedes usarlas para calcular una cantidad cuando conoces las otras dos. Cuál usar en cada momento depende de lo que intentes hacer. Por ejemplo:

- ✓ **Para calcular un voltaje desconocido,** multiplica la corriente por la resistencia ($= IR$). Por ejemplo, si tiene una corriente de 2 mA funcionando a través de una resistencia de 2 kΩ, el voltaje a través de la resistencia es $\times$ mA Ω 2 k (o .002 A 2,000) 4 Ω = =
- ✓ **Para calcular una corriente desconocida,** Tome el voltaje y divídalo por la resistencia ($IV = \div R$). Por ejemplo, si se aplican 9 V a través de una resistencia de 1 tor, la corriente es kΩ÷ V 1000 Ω=20÷009 A o 9 mA.

✓ **Para calcular una resistencia desconocida,** Tome el voltaje y divídalo por la corriente (*R*=*V*/*I*). Por ejemplo, si tiene 3,5 V a través de una fuente desconocida resistencia con 10 mA de corriente circulando a través de ella, la resistencia es 3,5 V / 0,01 A = 350 Ω.

Uso de la ley de Ohm para analizar circuitos

Cuando domines bien la Ley de Ohm, estarás listo para ponerla en práctica. La Ley de Ohm es como una llave maestra que revela los secretos de los circuitos electrónicos. Úsala para comprender el comportamiento de los circuitos y detectar problemas dentro de ellos (por ejemplo, por qué la luz no brilla, el zumbador no vibra o la resistencia no resiste porque se fundió). También puedes usarla para diseñar circuitos y elegir los componentes adecuados. Abordaré estos temas en una sección posterior de este capítulo. En esta sección, explico cómo aplicar la Ley de Ohm al análisis de circuitos.

Cálculo de la corriente a través de un componente

En el circuito simple que se muestra en la Figura 6-1, se aplica una batería de 9 voltios a una resistencia de 1 kΩ. La corriente que circula por la resistencia se calcula de la siguiente manera:

$$I = \frac{9 \text{ voltios}}{1.000\ \Omega} = 0{,}009 \text{ A} = 9 \text{ mA}$$

Si agrega una resistencia de 220 Ω en serie con 1 kΩ, como se muestra en la Figura 6-2, está restringiendo aún más la corriente.

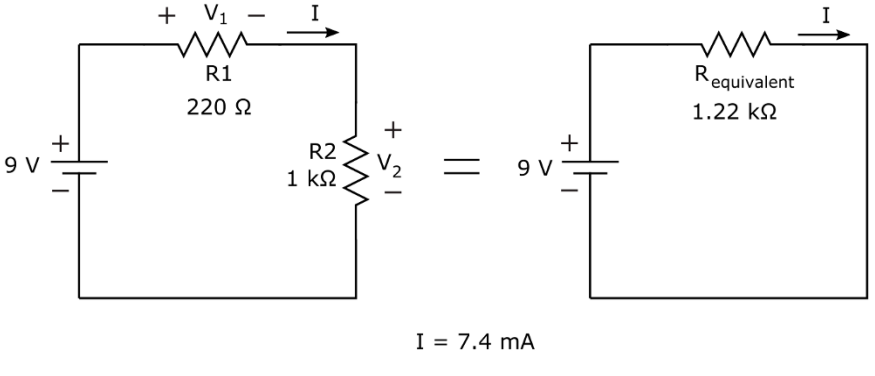


Figura 6-2: Para calcular la corriente a través de este circuito, determine la resistencia equivalente y aplique la Ley de Ohm.

Para calcular la corriente que fluye por el circuito, es necesario determinar la resistencia total que enfrenta la batería de 9 voltios. Como las resistencias están en serie, se suman, dando como resultado una resistencia equivalente total de 1,22 kΩ. Esta resistencia equivalente se utiliza para calcular la nueva corriente, como se indica a continuación:

$$I = \frac{9 \text{ voltios}}{1.220\ \Omega} \approx 0{,}0074 \text{ A} \approx 7{,}4 \text{ mA}$$

Al agregar la resistencia adicional, redujo la corriente en su circuito de 9 mA a 7,4 mA.

Ese símbolo de doble garabato (≈)En la ecuación que acabamos de dar, significa "es aproximadamente igual a", y lo usé porque redondeé la corriente a la décima de miliamperio más cercana. Generalmente, no hay problema en redondear las partes más pequeñas de los valores en electrónica, a menos que se trabaje con la electrónica que controla un acelerador de partículas subatómico u otro dispositivo industrial de alta precisión.

Cálculo del voltaje a través de un componente

En el circuito mostrado en la Figura 6-1, el voltaje en la resistencia es simplemente el voltaje suministrado por la batería: 9 V. Esto se debe a que la resistencia es el único elemento del circuito, además de la batería. Añadir una segunda resistencia en serie (consulte la Figura 6-2) cambia el voltaje. Ahora *alguno* del voltaje de la batería cae a través de la resistencia de 220 Ω (*R1*), y el *descansar* del voltaje de la batería cae a través de la resistencia de 1 kΩ (*R2*). Etiqueté estos voltajes V_1 y V_2, respectivamente.

Para calcular la caída de voltaje en cada resistencia, se utiliza la Ley de Ohm para cada resistencia individual. Se conoce el valor de cada resistencia y *Ahora ya sabes la corriente que fluye a través de cada resistencia.* Recuerde que la corriente (*I*) es el voltaje de la batería (9 V) dividido por la resistencia total (*R1*+*R2*, o 1,22 kΩ), o aproximadamente 7,4 mA. Ahora puede aplicar la Ley de Ohm a cada resistencia para calcular su caída de tensión:

$$\begin{aligned} V_1 &= I \times R1 \\ &= 0{,}0074 \text{ A} \times 220\ \Omega \\ &= 1.628 \text{ V} \\ &\approx 1{,}6 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= I \times R2 \\ &= 0{,}0074 \text{ A} \times 1.000\ \Omega \\ &= 7{,}4 \text{ V} \end{aligned}$$

Tenga en cuenta que si suma las caídas de tensión en las dos resistencias, obtendrá 9 voltios, que es el voltaje total suministrado por la batería. Esto no es casualidad; la batería suministra voltaje a las dos resistencias del circuito, y

La tensión de alimentación se divide proporcionalmente entre las resistencias, según sus valores. Este tipo de circuito se conoce como...*divisor de tensión.*

Hay una forma más rápida de calcular cualquiera de los "voltajes divididos" (V_1 o V_2) en la Figura 6-2. Usted sabe que la corriente que pasa por el circuito se puede expresar como

$$I = \frac{V_{batería}}{R1 + R2}$$

También sabes que:

$$V_1 = I \times R_1$$

y

$$V_2 = I \times R_2$$

Para calcular V_1, por ejemplo, puedes sustituir la expresión por I se muestra arriba y obtienes

$$V_1 = \frac{V_{batería}}{R1 + R2} \times R1$$

Puedes reorganizar los términos, sin cambiar la ecuación, para obtener

$$V_1 = \frac{R1}{R1 + R2} \times V_{batería}$$

De manera similar, la ecuación para V_2 es

$$V_2 = \frac{R2}{R1 + R2} \times V_{batería}$$

Al introducir los valores de $R1$, $R2$, y $V_{batería}$ y tú obtienes $V_1 = 1.628$ V y $V_2 = 7{,}4$ V, tal como se calculó anteriormente.

La siguiente ecuación general se utiliza comúnmente para el voltaje a través de una resistencia ($R1$) en un circuito divisor de voltaje:

$$V_1 = \frac{R1}{R1 + R2} \times V_{batería}$$

Muchos sistemas electrónicos utilizan divisores de voltaje para reducir el voltaje de suministro a un nivel inferior, después de lo cual introducen ese voltaje reducido en la entrada de otra parte del sistema general que requiere ese voltaje más bajo.

En el capítulo 5, verá un ejemplo de un divisor de tensión que reduce una fuente de 9 voltios a 5 voltios mediante resistencias de 15 kΩ y 12 kΩ. Puede usar la ecuación del divisor de tensión para calcular la tensión de salida, V_{afuera}, de ese circuito divisor de tensión, que se muestra en la Figura 6-3, de la siguiente manera:

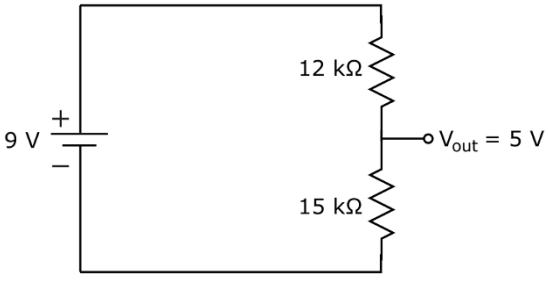


Figura 6-3: Este circuito divisor de voltaje reduce el suministro de 9 voltios a 5 voltios en V_{afuera}.

$$V_{afuera} = \frac{15.000\ \Omega}{(12.000 + 15.000)\ \Omega} \times 9 \text{ voltios}$$

$$= \frac{15.000}{27.000} \times 9 \text{ voltios}$$

$$= 5 \text{ voltios}$$

El circuito de la Figura 6-3 divide una fuente de alimentación de 9 V a 5 V.

Cálculo de una resistencia desconocida

Supongamos que tienes una linterna grande que funciona con una batería de 12 voltios y mides una corriente de 1,3 A en el circuito. (Explico cómo medir la corriente en el capítulo 16). Puedes calcular la resistencia de la bombilla incandescente tomando el voltaje en la bombilla (12 V) y dividiéndolo entre la corriente que pasa por ella (1,3 A). Es un cálculo rápido:

$$R_{bulbo} = \frac{12 \text{ voltios}}{1.3 \text{ A}} = 9\ \Omega$$

Usando la Ley de Ohm

La Ley de Ohm es útil para analizar el voltaje y la corriente de resistencias y otros componentes que se comportan como tales, como las bombillas. Sin embargo, hay que tener cuidado al aplicar la Ley de Ohm a otros componentes electrónicos, como los condensadores (detallados en el Capítulo 7) y los inductores (tratados en el Capítulo 8), que no... exhibir una *constante* resistencia en todas las circunstancias. Para tales componentes, la oposición a la corriente, conocida como *impedancia*—Variará según lo que ocurra en el circuito. Por lo tanto, no se puede usar un multímetro para medir la "resistencia" de un condensador, por ejemplo, y luego intentar aplicar la Ley de Ohm a diestro y siniestro.

Ver para creer: ¡La ley de Ohm realmente funciona!

La Ley de Ohm, que rige todos los componentes electrónicos resistivos, es uno de los principios más importantes de la electrónica. En esta sección, podrás ponerla a prueba y dar tus primeros pasos en el análisis de circuitos.

La figura 6-4 muestra un circuito en serie que contiene una batería de 9 V, una resistencia de 1 kΩ (*R1*), y un potenciómetro de 10 kΩ, o resistencia variable (*R2*) Vas a probar la Ley de Ohm para diferentes valores de resistencia.

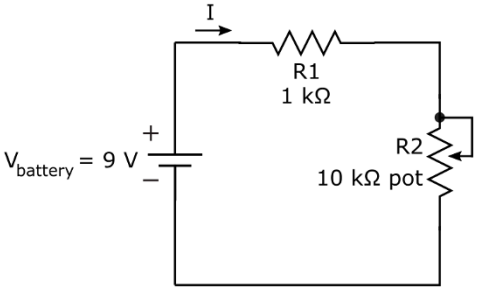
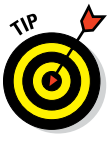


Figura 6-4: Con un circuito en serie simple, puedes presenciar la Ley de Ohm en acción.

Para construir este circuito, necesitarás las siguientes piezas:

- ✓ Una batería de 9 voltios
- ✓ Un clip de batería
- ✓ Una resistencia de 1 kΩ 1/4 W (mínimo) (rayas marrón-negra-rojas)
- ✓ Un potenciómetro de 10 kΩ
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura



Consulta el Capítulo 2 para obtener información sobre la compra de estas piezas y el Capítulo 5 para obtener detalles sobre resistencias y potenciómetros. Necesitarás conectar cables a los terminales del potenciómetro para poder conectarlo al circuito. Consulta el Capítulo 15 para obtener consejos sobre cómo conectar cables a los potenciómetros y usar una placa de pruebas sin soldadura. Dado que medirás corriente, te recomendamos consultar el Capítulo 16 para obtener detalles sobre el uso de un multímetro.

Estos son los pasos a seguir para construir el circuito y probar la Ley de Ohm:

1. Conecte el cable central (limpiador) y un cable exterior (fijo) del potenciómetro.

Cuando se utiliza un potenciómetro (pot) como resistencia variable de dos terminales, es una práctica común conectar el limpiador y un cable fijo juntos.

Por aquí, *R2* es la resistencia de los cables combinados al otro cable exterior (fijo). Al ajustar el potenciómetro, puede variar la resistencia de *R2* Entre 0 (cero) Ω y 10 kΩ. Por ahora, simplemente retuerza los extremos de los cables que salen de los terminales del potenciómetro.

2. Poner el bote a cero.

Con el multímetro configurado en ohmios, mida la resistencia del potenciómetro desde el cable del limpiador hasta el cable fijo que no está conectado al limpiador. Luego, gire el potenciómetro completamente en una u otra dirección hasta que el multímetro marque 0 Ω. Este valor es la resistencia del potenciómetro con la que comenzará su circuito.

3. Construya el circuito utilizando la Figura 6-5 como guía.

Tenga en cuenta que no importa cómo oriente la resistencia de 1 kΩ ni el potenciómetro (siempre que mantenga juntos los mismos dos cables del potenciómetro que usó al medir la resistencia). Puede desenroscar los cables del potenciómetro e insertarlos en los orificios adyacentes de la placa de pruebas.

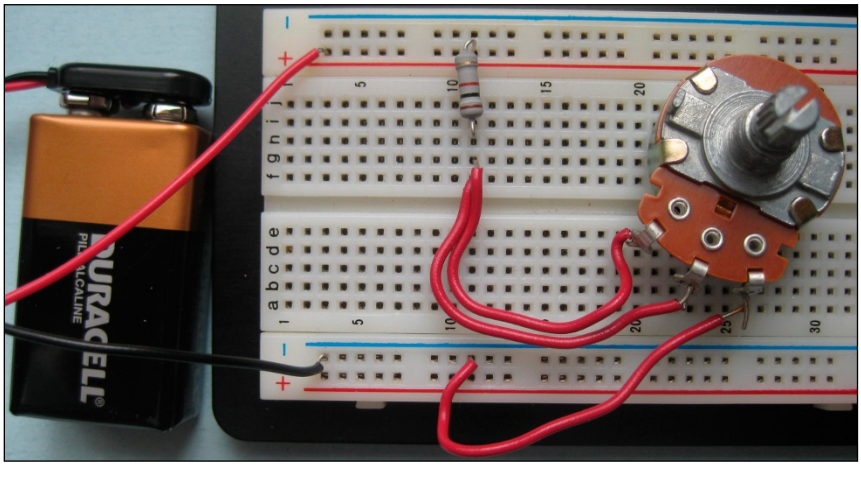


Figura 6-5: Su placa de pruebas sin soldadura realiza las conexiones entre los componentes en este sencillo circuito en serie.

4. Mida la corriente que fluye a través del circuito.

Para medir la corriente, necesitas abrir el circuito e insertar el multímetro en serie con el componente que estás midiendo. En un circuito en serie, la corriente que fluye por cada componente es la misma, así que puedes medirla en cualquier punto del circuito. En este ejemplo, te explico cómo insertar el multímetro entre la resistencia y el potenciómetro.

Antes de insertar el multímetro en el circuito, conéctelo para medir corriente continua en miliamperios (un rango de 20 mA es suficiente). Luego, mueva el cable de la resistencia conectado al potenciómetro a otra columna de la placa de pruebas (o simplemente deje el cable desconectado colgando). Ya ha roto el circuito.

Conecte el cable positivo del multímetro al lado abierto de la resistencia de 1 kΩ y el cable negativo al lado abierto del potenciómetro. Anote la lectura de corriente.

¿Es esta la lectura que espera obtener al aplicar la Ley de Ohm a su circuito? Recuerde que, dado que el potenciómetro está ajustado a 0 Ω, la resistencia total en su circuito, llamémosla... R_{total} — es aproximadamente 1 kΩ.

Debe esperar una corriente de aproximadamente 9 mA porque $V_{batería} / R_{total}$ = 9 V / 1 kΩ = 9 mA. Cualquier discrepancia se debe a variaciones.

en la tensión de alimentación, la tolerancia de la resistencia y la ligera resistencia del multímetro.

5. Cambie el ajuste del potenciómetro a 10 kΩ y observar el cambio en la corriente.

Con el multímetro aún conectado al circuito, ajuste el potenciómetro hasta el otro extremo para que su resistencia sea de 10 kΩ. ¿Qué lectura de corriente obtiene? ¿Es la corriente real la esperada?

Debe esperar una corriente de aproximadamente 0,82 mA porque R_{total} es ahora 11 kΩ y $V_{batería} / R_{total}$ = 9 V / 11 kΩ = 0,82 mA.

6. Cambie el potenciómetro a una configuración intermedia y observe la corriente.

Con el multímetro aún conectado al circuito, gira el potenciómetro a una posición intermedia. No te preocupes por el valor exacto. ¿Qué corriente mides ahora? Anótala.

7. Mida la resistencia del potenciómetro.

Retire el potenciómetro del circuito. *sin reposicionar su dial* Desconecte el multímetro del circuito, conéctelo para medir la resistencia en ohmios y mida la resistencia del potenciómetro entre el terminal central y el terminal fijo que no está conectado al terminal. Si la Ley de Ohm funciona (y debería), debería comprobar que la siguiente ecuación es verdadera:

$$I = \frac{V_{batería}}{R_{total}}$$

$$= \frac{9 \text{ voltios}}{1 \text{ k}\Omega + R_{olla}}$$

donde I es la corriente que midió en el paso 6 y R_{olla} es la resistencia usted midió a través del potenciómetro.

Puedes experimentar tanto como quieras, variando el potenciómetro y midiendo la corriente y la resistencia del potenciómetro para verificar que la Ley de Ohm realmente funciona.

¿Para qué sirve realmente la Ley de Ohm?

La Ley de Ohm también resulta útil al analizar todo tipo de circuitos, ya sean simples o complejos. La usarás al diseñar y modificar circuitos electrónicos para asegurar que la corriente y el voltaje lleguen a los puntos correctos. La usarás tanto que se te hará natural.

Análisis de circuitos complejos

La Ley de Ohm resulta útil al analizar circuitos más complejos que el simple circuito de la bombilla mencionado anteriormente. A menudo es necesario incorporar el conocimiento de resistencias equivalentes para aplicar la Ley de Ohm y determinar con exactitud dónde fluye la corriente y cómo se reducen los voltajes en el circuito.

Observa el circuito serie-paralelo que se muestra en la Figura 6-6. Supongamos que necesitas saber exactamente cuánta corriente fluye por cada resistencia del circuito.

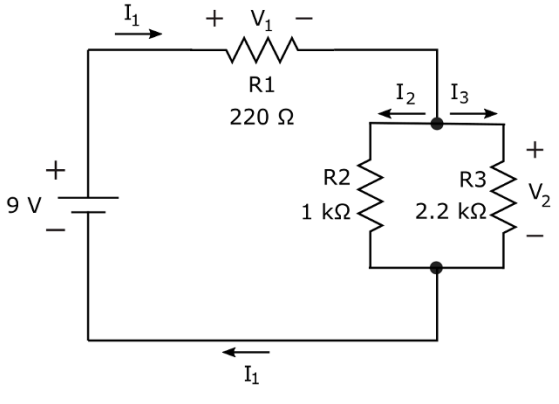


Figura 6-6: Analizar circuitos complejos aplicando la Ley de Ohm y calculando resistencias equivalentes.

Puedes calcular la corriente que pasa por cada resistencia, paso a paso, de la siguiente manera:

1. Calcula la resistencia equivalente del circuito.

Puede encontrar este valor aplicando las reglas para resistencias en paralelo y resistencias en serie (consulte el Capítulo 5 para obtener más detalles), de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} R_{equivalente} &= R1 + R2\text{-}R3 \\ &= R1 + \frac{R2 \times R3}{R2 + R3} \\ &= 220\,\Omega + \frac{1.000\ \Omega \times 2.200\ \Omega}{1.000\ \Omega + 2.200\ \Omega} \\ &\approx 220\,\Omega + 688\,\Omega \\ &\approx 908\,\Omega \end{aligned}$$

2. Calcule la corriente total suministrada por la batería.

Aplique la Ley de Ohm, utilizando el voltaje de la batería y la resistencia equivalente del circuito:

$$I_1 = \frac{9 \text{ voltios}}{908\,\Omega} \approx 0{,}0099 \text{ A o } 9{,}9 \text{ mA}$$

3. Calcule la caída de voltaje a través de las resistencias en paralelo.

Puedes hacer este cálculo de dos maneras y obtendrás prácticamente el mismo resultado (la ligera diferencia se debe al error de redondeo):

- *Aplicar la ley de Ohm a las resistencias en paralelo.* Calcula la resistencia equivalente de las dos resistencias en paralelo y luego multiplícala por la corriente de alimentación. La resistencia equivalente es de 688 Ω, como se muestra en el primer paso. Por lo tanto, el voltaje es

$$\begin{aligned} V_2 &= 0{,}0099 \text{ A} \times 688\ \Omega \\ &\approx 6{,}81 \text{ voltios} \end{aligned}$$

- *Aplique la Ley de Ohm a R1 (el 220 Ω resistencia) y restar su voltaje del voltaje de alimentación.* El voltaje, V_1, al otro lado de $R1$ es

$$\begin{aligned} V_1 &= 0{,}0099 \text{ A} \times 220\ \Omega \\ &\approx 2{,}18 \text{ V} \end{aligned}$$

Entonces el voltaje, V_2, a través de las resistencias en paralelo es

$$\begin{aligned} V_2 &= V_{batería} - V_1 \\ &\approx 9 \text{ voltios} - 2{,}18 \text{ V} \\ &\approx 6{,}82 \text{ V} \end{aligned}$$

4. Finalmente, calcula la corriente a través de cada resistencia en paralelo.

Para obtener ese resultado, aplique la Ley de Ohm a cada resistencia, utilizando el voltaje que acaba de calcular (V_2).Así es como se ve:

$$I_2 = \frac{6{,}82\ \text{V}}{1.000\ \Omega} = 0{,}0682\ \text{A} \approx 6{,}8\ \text{mA}$$

$$I_3 = \frac{6{,}82\ \text{V}}{2.200\ \Omega} = 0{,}0031\ \text{A} = 3{,}1\ \text{mA}$$

Obsérvese que las dos corrientes de rama, I_2 y I_3, sumar la corriente de suministro total, I_T: 6,8 mA + 3,1 mA = 9,9 mA. Eso es bueno (y una buena forma de comprobar que has realizado los cálculos correctamente).

Diseño y alteración de circuitos

Puedes usar la Ley de Ohm para determinar qué componentes usar en el diseño de un circuito. Por ejemplo, podrías tener un circuito en serie compuesto por una fuente de alimentación de 9 V, una resistencia y un LED, como se muestra en la Figura 6-7.

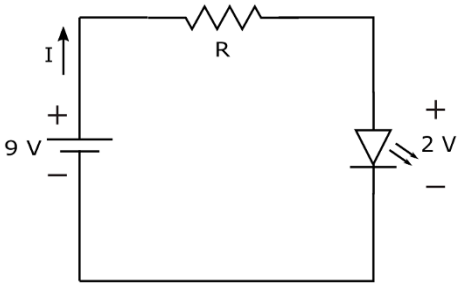


Figura 6-7: Puede utilizar la Ley de Ohm para determinar la resistencia mínima que necesita para proteger un LED.

Como se ve en el Capítulo 9, la caída de tensión en un LED permanece constante para un cierto rango de corriente que lo atraviesa, pero si se intenta pasar demasiada corriente, se fundirá. Por ejemplo, supongamos que el voltaje del LED es de 2 V y la corriente máxima que admite es de 20 mA. ¿Qué resistencia debería conectar en serie con el LED para limitar la corriente y que nunca supere los 20 mA?

Para averiguarlo, primero debes calcular la caída de tensión en la resistencia cuando el LED está encendido. Ya sabes que la tensión de alimentación es de 9 V y que el LED consume 2 V. El único otro componente del circuito es la resistencia, por lo que sabes que consumirá la tensión de alimentación restante: los 7 V. Si quieres limitar la corriente a no más de 20 mA, necesitas una resistencia que sea...*al menos* 7 V / 0,020 A = 350 Ω. Porque es difícil encontrar 350 Ω

resistencia, supongamos que elige una resistencia comúnmente disponible que tiene un valor cercano, pero superior, a 350 Ω, como una resistencia de 390 Ω. La corriente será

$$V = 390\ \Omega = 0{,}01\ \Omega = 9\ A$$

, o aproximadamente 18 mA. El LED podría quemarse un poco menos. Brillantemente, pero está bien.

La Ley de Ohm también es útil al ajustar un circuito existente. Digamos que tu pareja intenta dormir, pero tú quieres leer, así que sacas tu linterna grande. La bombilla de tu linterna tiene una resistencia de 9 Ω y está alimentada por una batería de 6 V, así que sabes que la corriente en el circuito de la linterna es...

$$V = 9\ \Omega = 0.6\ A \approx 0{,}6\ A$$

Su cónyuge piensa que la luz es demasiado brillante, por lo que para reducir la Para aumentar el brillo (y salvar tu matrimonio), quieres limitar un poco la corriente que fluye por la bombilla. Crees que bajarla a 0,45 A será suficiente, y sabes que insertar una resistencia en serie entre la batería y la bombilla limitará la corriente.

¿Pero qué valor de resistencia necesitas? Puedes usar la Ley de Ohm para calcular el valor de la resistencia de la siguiente manera:

1. **Utilizando la nueva corriente deseada, calcule la caída de voltaje deseada en la bombilla:**

$$_{bulbo} = 0{,}45\ A \times 9\ \Omega \approx 4{,}1\ V$$

2. **Calcule la porción del voltaje de suministro que desea aplicar a través de la nueva resistencia.**

   Este voltaje es el voltaje de suministro menos el voltaje a través de la bombilla:

$$_{resistor} = 6\ V - 4{,}1\ V = 1{,}9\ V$$

3. **Calcule el valor de la resistencia necesaria para crear esa caída de voltaje dada la nueva corriente deseada:**

$$R = \frac{1{,}9\ V}{0{,}45\ A} \approx 4{,}2\ \Omega$$

4. **Elija un valor de resistencia cercano al calculado y asegúrese de que pueda soportar la disipación de potencia:**

   Como se ve en la siguiente sección, para calcular la potencia disipada en un componente electrónico, se multiplica la caída de tensión en el componente por la corriente que lo atraviesa. Por lo tanto, la potencia que debe soportar la resistencia de 4,2 Ω es

$$_{PAG_{resistor}} = 1{,}9\ V \times 0{,}45\ A \approx 0{,}9\ W$$

   Resultado: Como no encontrarás una resistencia de 4,2 Ω, puedes usar una de 4,7 Ω y 1 W para reducir la intensidad de la luz. Tu pareja dormirá plácidamente; ¡esperemos que los ronquidos no interfieran con tu lectura!

El poder de la ley de Joule

Otro científico que trabajó arduamente a principios del siglo XIX fue el enérgico James Prescott Joule. Joule es responsable de la ecuación que proporciona los valores de potencia; se conoce como *Ley de Joule:*

$$P = I \times V$$

Esta ecuación establece que la potencia (en vatios) es igual al voltaje (en voltios) en un componente multiplicado por la corriente (en amperios) que lo atraviesa. Lo bueno de esta ecuación es que se aplica a cualquier componente electrónico, ya sea una resistencia, una bombilla, un condensador u otro. Indica la velocidad a la que el componente consume energía eléctrica: cuál es esa potencia.

Utilizando la Ley de Joule para elegir componentes

Ya has visto cómo usar la Ley de Joule para garantizar que una resistencia sea lo suficientemente grande para resistir una fusión en un circuito, pero debes saber que esta ecuación también es útil cuando estás seleccionando otros componentes electrónicos.

Las lámparas, diodos (discutidos en el Capítulo 9) y otros componentes también tienen valores nominales de potencia máxima. Si espera que funcionen a niveles de potencia superiores a sus valores nominales, se decepcionará si un exceso de potencia los hace saltar y chisporrotear. Al seleccionar la pieza, debe considerar... *máximo posible* Potencia que la pieza necesitará manejar en el circuito. Esto se logra determinando la corriente máxima que pasará por la pieza y el voltaje a través de ella, y luego multiplicando estas cantidades. Después, se elige una pieza con una potencia nominal que supere la potencia máxima estimada.

Joule y Ohm: perfectos juntos

Puedes ser creativo y combinar la Ley de Joule y la Ley de Ohm para obtener ecuaciones más útiles que te ayuden a calcular la potencia de los componentes resistivos en los circuitos. Por ejemplo, si sustituyes $I \times R$ para V En la Ley de Joule, se obtiene:

$$P = (I \times R) \times I = I^2 R$$

Esto te permite calcular la potencia si conoces la corriente y la resistencia, pero no el voltaje. De forma similar, puedes sustituir V / R para I en la Ley de Joule para obtener

$$P = V \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

Usando esa fórmula, puedes calcular la potencia si conoces el voltaje y la resistencia, pero no la corriente.

La Ley de Joule y la Ley de Ohm se utilizan en combinación tan a menudo que a veces Georg Ohm recibe el crédito por ambas leyes.

7

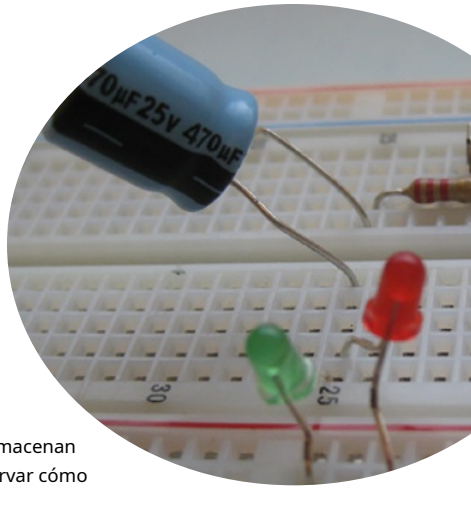
Cargarse de energía

Condensadores

En este capítulo

- Almacenamiento de energía eléctrica en condensadores
- Carga y descarga de condensadores
- Decir “no” a la CC y “sí” a la CA
- Creando el dúo dinámico: condensadores y resistencias
- Bloqueo, filtrado, suavizado y retardo de señales

Las resistencias f son el componente electrónico más popular, seguido de cerca por los condensadores. Al ser capaces de almacenar energía eléctrica, los condensadores contribuyen de forma importante a todo tipo de circuitos electrónicos.
Tu vida sería mucho más aburrida sin ellos.



Los condensadores permiten cambiar la *forma* (El patrón a lo largo del tiempo) de las señales eléctricas transportadas por la corriente, una tarea que las resistencias por sí solas no pueden realizar. Aunque no son tan fáciles de entender como las resistencias, los condensadores son componentes esenciales en muchos de los sistemas electrónicos e industriales que utilizamos hoy en día, como receptores de radio, dispositivos de memoria de ordenador y sistemas de despliegue de airbags de automóviles, por lo que vale la pena invertir tiempo y recursos en comprender su funcionamiento.

Este capítulo analiza de qué están hechos los condensadores, cómo almacenan energía eléctrica y cómo los circuitos utilizan esa energía. Podrás observar cómo se carga un condensador, cómo almacena energía y...
Posteriormente, libera su energía. Luego, descubres cómo los condensadores trabajan en estrecha colaboración con las resistencias para realizar funciones útiles. Finalmente, muestro los diversos usos de los condensadores en circuitos electrónicos, demostrando sin lugar a dudas que vale la pena cargarlos.

Condensadores: depósitos de energía eléctrica

Cuando tienes sed de agua, generalmente puedes beberla de dos maneras: tomando agua de una fuente que fluye por las tuberías al abrir el grifo, o consiguiéndola de un recipiente, como un dispensador de agua. La energía eléctrica se puede obtener directamente de una fuente (como una batería o un generador), o de un dispositivo que la almacena: un condensador.

Así como se llena un dispensador de agua conectándolo a una fuente de agua, se llena un condensador con energía eléctrica conectándolo a una fuente de energía eléctrica. Y así como el agua almacenada en un dispensador de agua permanece incluso después de retirar la fuente, también la energía eléctrica almacenada en un condensador permanece incluso después de retirarla. En

En cada caso, el material (agua o energía eléctrica) almacenado en el dispositivo permanece allí hasta que algo llega y lo utiliza, ya sea un consumidor sediento o un componente electrónico que necesita energía eléctrica.

A*condensador*Es un dispositivo electrónico de dos terminales que almacena la energía eléctrica transferida desde una fuente de voltaje. (Véase la Figura 7-1). Si se retira la fuente de voltaje y se aísla eléctricamente el condensador (para que no esté conectado a un circuito completo), este retiene la energía eléctrica almacenada. Si se conecta a otros componentes en un circuito completo, liberará parte o toda la energía almacenada. Un condensador está formado por dos placas metálicas separadas por un aislante, conocido como...*dieléctrico.*

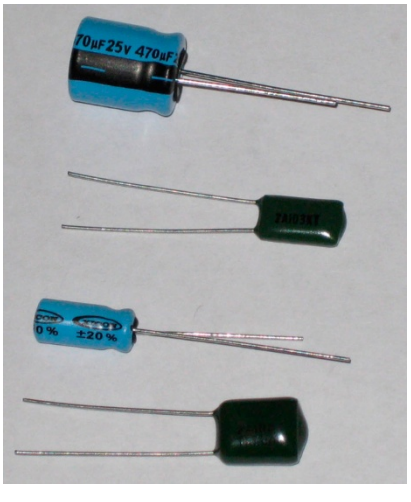


Figura 7-1: Los condensadores vienen en una variedad de formas y tamaños.

Condensadores y baterías: ¿cuál es la diferencia?

Tanto los condensadores como las baterías almacenan energía eléctrica, pero de forma diferente. Una batería utiliza reacciones electroquímicas para producir partículas cargadas, que se acumulan en sus dos terminales metálicas, creando un voltaje. Un condensador no produce partículas cargadas, pero sí permite que estas se acumulen.

Sus placas, lo que crea un voltaje entre ellas (véase la sección «Carga y descarga de condensadores»). La energía eléctrica de una batería es el resultado de un proceso de conversión energética que se origina en las sustancias químicas almacenadas en su interior, mientras que la energía eléctrica de un condensador proviene de una fuente externa.

Carga y descarga de condensadores

Si se aplica una tensión continua a un circuito que contiene un condensador en serie con una bombilla (como se muestra en la Figura 7-2), el flujo de corriente no puede mantenerse porque no existe una ruta conductora completa entre las placas. En otras palabras, los condensadores bloquean la corriente continua. Sin embargo, los electrones se mueven temporalmente por este pequeño circuito de una forma interesante.

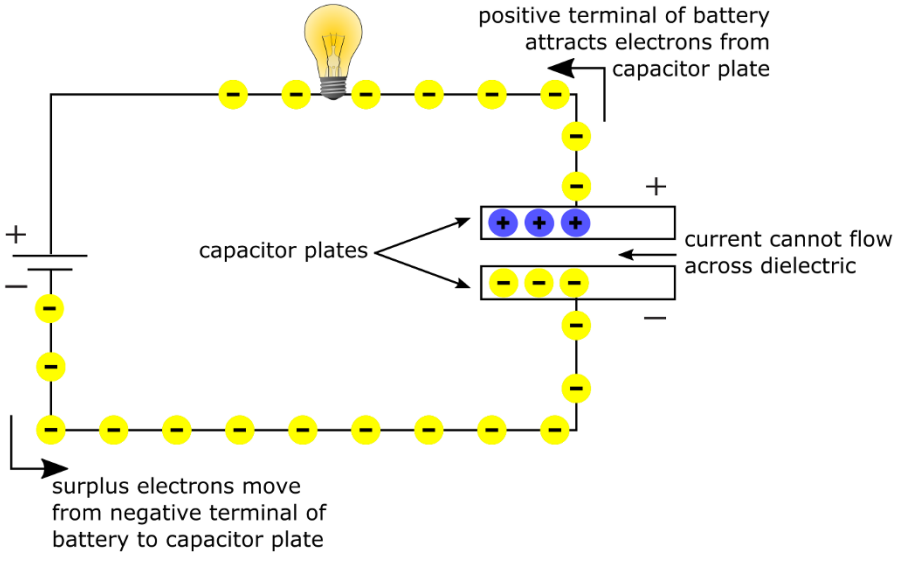


Figura 7-2: Cuando se conecta una batería a un circuito con un condensador, este se carga. Un condensador cargado almacena energía eléctrica, de forma similar a una batería.

Recuerde que el terminal negativo de una batería tiene un exceso de electrones. Por lo tanto, en el circuito mostrado en la Figura 7-2, los electrones sobrantes comienzan a alejarse de la batería hacia un lado del condensador. Tras llegar al condensador, se detienen, sin una ruta conductora que seguir a través de él. El resultado es un exceso de electrones en esa placa.

Al mismo tiempo, el terminal positivo de la batería atrae electrones de la otra placa del condensador, por lo que*ellos*Comienzan a moverse. Al pasar por la bombilla, la encienden (pero solo por una fracción de segundo, como explico en el siguiente párrafo). Se produce una carga neta positiva (debido a una deficiencia de electrones) en esa placa. Con una carga neta negativa en una placa y una carga neta positiva en la otra, el resultado es una diferencia de voltaje entre ambas placas. Esta diferencia de voltaje representa la energía eléctrica almacenada en el condensador.

La batería continúa impulsando electrones hacia una placa (y extrayendo electrones de la otra) hasta que la caída de tensión en las placas del condensador es igual a la tensión de la batería. En este punto de equilibrio, no hay diferencial de tensión entre la batería y el condensador, por lo que no hay impulso para que los electrones fluyan de la batería al condensador. El condensador deja de cargarse y los electrones dejan de circular por el circuito, y la bombilla se apaga.

Cuando la caída de tensión a través de las placas es igual al voltaje de la batería, se dice que el condensador está *Completamente cargado*.(En realidad es el condensador.*platos* que están cargados; el condensador en su conjunto no tiene carga neta.) Incluso si la batería permanece conectada, el condensador dejará de cargarse porque no hay diferencial de tensión entre ambos. Si se retira la batería del circuito, no circulará corriente y la carga permanecerá en las placas del condensador. El condensador se asemeja a una fuente de tensión, ya que retiene la carga y almacena energía eléctrica.

Cuanto mayor sea el voltaje de batería aplicado a un condensador, mayor será la carga que se acumula en cada placa y mayor la caída de tensión en el condensador, hasta cierto punto. Los condensadores tienen limitaciones físicas: solo pueden soportar una cierta cantidad de voltaje antes de que el dieléctrico entre las placas sea superado por la cantidad de energía eléctrica en la tapa y comience a ceder electrones, lo que provoca un arco eléctrico entre las placas. Puede leer más sobre esto en "Controlar el voltaje de trabajo", más adelante en este capítulo.

Si reemplaza la batería con un cable simple, proporciona un camino a través de la bombilla para que los electrones sobrantes de una placa sigan hasta la otra (la placa deficiente en electrones). Las placas del condensador *descargar*A través de la bombilla, encendiéndola de nuevo brevemente, incluso sin batería en el circuito, hasta que la carga en ambas placas se neutraliza. La energía eléctrica almacenada en el condensador es consumida por la bombilla. Cuando el condensador se descarga (de nuevo, es realmente...*platos*esa descarga), no fluirá más corriente.

Un condensador puede almacenar energía eléctrica durante horas. Es recomendable asegurarse de que el condensador esté descargado antes de manipularlo, para evitar que se descargue a través de usted. Para descargar un condensador, coloque con cuidado una pequeña bombilla incandescente entre sus terminales, utilizando pinzas de cocodrilo aisladas (consulte el Capítulo 2) para realizar la conexión. Si la bombilla se enciende, sabrá que el condensador se ha cargado y la luz debería atenuarse y apagarse en unos segundos a medida que el condensador se descarga. Si no tiene una bombilla a mano, coloque una resistencia de 1 MΩ y 1 W entre los terminales y espere al menos 30 segundos. (Consulte el Capítulo 16 para obtener más información).

Observando la carga de un condensador

El circuito mostrado en la Figura 7-3 permite observar la carga y descarga de un condensador ante nuestros ojos. El condensador se simboliza mediante una línea recta enfrentada a una línea curva.

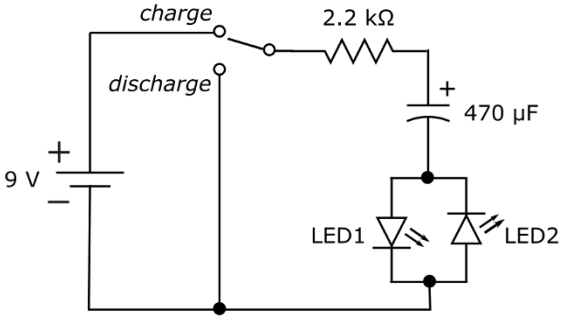


Figura 7-3: Este circuito le permite observar la carga y descarga de un capacitor.

Necesitarás estas piezas para construir el circuito:

- ✓ Una batería de 9 voltios con clip de batería
- ✓ Un condensador electrolítico de 470 µF
- ✓ Una resistencia de 2,2 kΩ 1/4 W (rojo-rojo-rojo)
- ✓ Dos diodos emisores de luz (LED), de cualquier tamaño y color que tengas a mano
- ✓ Un interruptor unipolar de dos posiciones (SPDT)
- ✓ Dos o tres cables puente
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura

El capítulo 2 te indica dónde encontrar las piezas necesarias. En esta sección, te explico paso a paso la configuración del circuito, pero si quieres saber más antes de empezar, consulta el capítulo 9 para obtener información sobre los LED y el capítulo 15 para obtener información detallada sobre la construcción de circuitos con una placa de pruebas sin soldadura.

Usando la Figura 7-4 como guía, configure el circuito siguiendo estos pasos:

1. **Inserte el interruptor SPDT verticalmente en cualquiera de las tres filas de una columna interna de la sección central izquierda de su placa de pruebas.**

   En una posición (etiquetada *cargar* En la Figura 7-3, este interruptor de conmutación conectará la batería de 9 V al circuito, lo que permitirá que el condensador se cargue. En la otra posición (etiquetada *descargar* en la Figura 7-3), el interruptor desconectará la batería y la reemplazará con un cable, para que el capacitor pueda descargarse.

2. **Inserte un pequeño cable puente entre el riel de alimentación positivo y el terminal del extremo inferior del interruptor SPDT.**

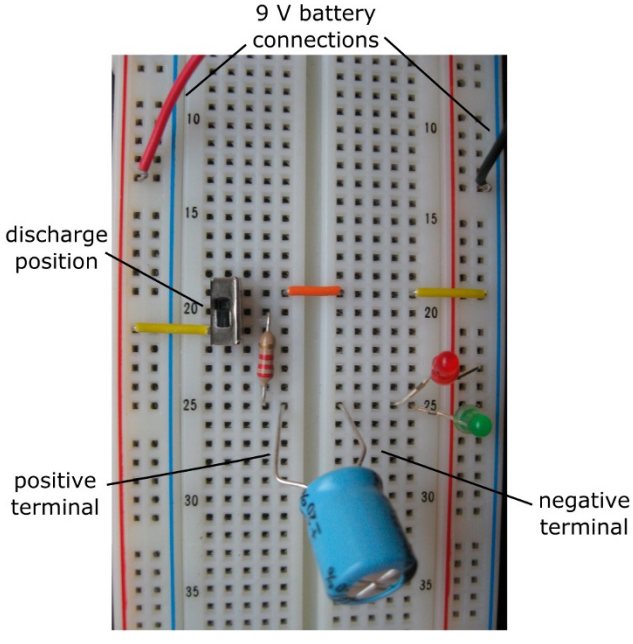


Figura 7-4: Configuración del circuito de carga/descarga de condensadores.

3. Inserte un cable puente entre el terminal del extremo superior del interruptor y el riel de alimentación negativo.

Utilicé dos cables puente pequeños y conexiones internas de la placa de pruebas para conectar el interruptor al riel de alimentación negativo (consulte la Figura 7-4), pero puede utilizar un cable más largo para conectar la terminal del interruptor directamente al riel de alimentación negativo.

4. Coloque el control deslizante del interruptor hacia el terminal del extremo superior. Esta posición de descarga se muestra en la Figura 7-4.

5. Inserte los 2,2 kΩresistencia en la placa de pruebas.

Conecte un extremo (cualquiera servirá) de la resistencia a un orificio en la misma fila que el terminal central del interruptor SPDT. Conecte el otro extremo de la resistencia a un orificio en una fila abierta (para mayor claridad, realice esta conexión en la misma columna que la conexión del primer lado de la resistencia).

6. Inserte el 470micras**F condensador electrolítico en la placa de pruebas.**

Un condensador electrolítico de 470 µF está polarizado, por lo que es importante la dirección en la que se inserta. El condensador debe tener un signo menos (–) o una flecha que indique el terminal negativo. De no ser así, verifique la longitud de los cables; el cable más corto está en el lado negativo.

Conecte el lado positivo al lado de la resistencia que no está conectado al interruptor insertando el cable del condensador en un orificio en la misma fila que el cable de la resistencia. Conecte el lado negativo del condensador a un orificio en la sección central derecha de la placa de pruebas. Asegúrese de verificar la orientación del condensador, ya que si lo inserta incorrectamente, podría dañarlo o incluso reventarlo.

7. **Inserte los LED en la placa de pruebas en paralelo entre sí pero invertidos en su orientación.**

Los LED están polarizados, por lo que es importante orientarlos. La corriente fluye del lado positivo al negativo, pero no al revés (consulte el Capítulo 9 para más detalles). El lado negativo de un LED tiene un cable más corto.

Inserte el lado positivo del LED1 en la misma fila que el lado negativo del condensador. Conecte el lado negativo del LED1 al riel de alimentación negativo. Inserte el lado negativo del LED2 en la misma fila que el cable negativo del condensador y el lado positivo del LED2 en el riel de alimentación negativo.

8. **Conecte la batería de 9 voltios.**

Conecte el terminal negativo de la batería al riel de alimentación negativo. Conecte el terminal positivo de la batería al riel de alimentación positivo.

Una vez que haya configurado el circuito, estará listo para observar la carga y descarga del capacitor.

Sin perder de vista los LED, mueva el control deslizante del interruptor a la posición de carga (hacia el terminal inferior). ¿Se encendió el LED1? ¿Permaneció encendido? (Debería encenderse inmediatamente y luego atenuarse hasta apagarse, en unos 5 segundos).

Luego, mueva el control deslizante del interruptor de nuevo a la posición de descarga (hacia el terminal superior). ¿Se encendió el LED2, luego se atenuó y se apagó después de unos 5 segundos?

Con el interruptor en la posición de carga, la batería se conecta al circuito y la corriente fluye a medida que se carga el condensador. El LED1 se enciende temporalmente, mientras la corriente fluye a través de él, mientras el condensador tarda en cargarse. Una vez que el condensador deja de cargarse, la corriente deja de fluir y el LED1 se apaga. Tenga en cuenta que el LED2 está orientado hacia atrás, por lo que la corriente no lo atraviesa mientras se carga el condensador.

Con el interruptor en la posición de descarga, la batería se reemplaza por un cable (o, mejor dicho, dos cables puente y una conexión interna en la placa de pruebas, que juntos equivalen a una sola conexión). El condensador se descarga y la corriente fluye a través de la resistencia y el LED2, que se enciende mientras el condensador se descarga. Una vez que el condensador deja de descargarse, la corriente deja de fluir y el LED2 se apaga.

Puede mover el interruptor hacia adelante y hacia atrás tanto como desee para observar cómo los LED se encienden y se atenúan a medida que el capacitor se carga y descarga.

La resistencia protege los LED limitando la corriente que fluye a través de ellos (consulte el Capítulo 5 para más detalles). La resistencia también ralentiza el proceso de carga/descarga del condensador para que pueda observar la iluminación de los LED. Al seleccionar cuidadosamente los valores de la resistencia y el condensador, puede controlar la sincronización de carga/descarga, como se muestra en la sección titulada "Combinación de resistencias", más adelante en este capítulo.

Cambio de voltaje opuesto

Dado que la acumulación de carga en las placas del condensador al aplicar un voltaje de CC y el tiempo que tarda en abandonarlas tras eliminar dicho voltaje, se dice que los condensadores se oponen a los cambios de voltaje. Esto significa que, si se cambia repentinamente el voltaje aplicado a un condensador, este no puede reaccionar de inmediato; el voltaje a través del condensador cambia más lentamente que el voltaje aplicado.

Imagina estar en tu coche, detenido en un semáforo en rojo. Cuando el semáforo se pone en verde, pones en marcha de nuevo el coche, aumentando la velocidad hasta alcanzar el límite. Alcanzar esa velocidad lleva tiempo, igual que un condensador tarda en alcanzar cierto nivel de voltaje. Sin embargo, si conectas una batería a una resistencia, el voltaje en esta cambia casi instantáneamente.

El voltaje del condensador tarda un tiempo en alcanzar el voltaje de la fuente. Esto no es malo; muchos circuitos usan condensadores porque tardan en cargarse. Esta es la razón principal por la que los condensadores pueden cambiar la forma (patrón) de las señales eléctricas.

Dándole un pase a la corriente alterna

Aunque los capacitores no pueden pasar corriente continua (CC), excepto temporalmente, como se vio en la sección anterior, debido a que el dieléctrico proporciona una barrera al flujo de electrones, pueden pasar corriente alterna (CA).

Supongamos que aplica una fuente de voltaje de CA a un condensador. Recuerde que una fuente de voltaje de CA varía, subiendo desde 0 voltios hasta su voltaje pico, luego bajando a 0 voltios y bajando a su voltaje pico negativo, luego subiendo de nuevo a 0 voltios hasta su voltaje pico, y así sucesivamente. Imagine ser un átomo en una de las placas del condensador y mirar el terminal de la fuente de CA más cercano. A veces siente una fuerza que atrae a sus electrones en una dirección, y otras veces siente una fuerza que atrae a sus electrones en la dirección opuesta. En cada caso, la intensidad de la fuerza variará con el tiempo a medida que...

La intensidad del voltaje de la fuente varía. Tanto tú como los demás átomos en la placa del condensador alternarán entre ceder y recibir electrones a medida que el voltaje de la fuente fluctúa.

Lo que realmente ocurre es que, a medida que el voltaje de la fuente de CA aumenta de 0 voltios a su voltaje pico, el condensador se carga, igual que ocurre al aplicar un voltaje de CC. Cuando el voltaje de alimentación alcanza su pico, el condensador puede estar o no completamente cargado (depende de varios factores, como el tamaño de las placas del condensador). Entonces, el voltaje de la fuente comienza a disminuir desde su pico hasta 0 voltios. Al hacerlo, en algún momento, el voltaje de la fuente se vuelve menor que el voltaje del condensador. Cuando esto sucede, el condensador comienza a descargarse a través de la fuente de CA. Entonces, el voltaje de la fuente invierte su polaridad y el condensador se descarga por completo. A medida que el voltaje de la fuente continúa disminuyendo hacia su voltaje pico negativo, las cargas comienzan a acumularse.*marcha atrás*En las placas del condensador: La placa que antes contenía más cargas negativas ahora contiene cargas positivas, y la placa que antes contenía más cargas positivas ahora contiene más cargas negativas. A medida que el voltaje de la fuente aumenta desde su pico negativo, el condensador se descarga de nuevo a través de la fuente de CA, pero en la dirección opuesta a la de su descarga original, y el ciclo se repite. Este ciclo continuo de carga/descarga puede ocurrir miles, incluso millones, de veces por segundo, ya que el condensador intenta adaptarse, por así decirlo, a las fluctuaciones de la fuente de CA.

Debido a que la fuente de CA cambia constantemente de dirección, el condensador pasa por un ciclo continuo de carga, descarga y recarga. Como resultado, las cargas eléctricas se mueven de un lado a otro a través del circuito, y aunque prácticamente no fluye corriente a través del dieléctrico (excepto una pequeña*corriente de fuga*), el efecto es el mismo que si la corriente fluyera por el condensador. Se dice que estos increíbles condensadores permiten el paso de corriente alterna (CA) aunque bloquean la corriente continua (CC).

Si agrega una bombilla a su circuito de condensadores alimentado por una fuente de voltaje de CA, la bombilla se encenderá y*permanecerá encendido*Mientras la fuente de CA esté conectada, la corriente alterna su dirección a través de la bombilla, pero a esta no le importa en qué dirección fluye la corriente. (No ocurre lo mismo con un LED, al cual le importa mucho en qué dirección fluye la corriente). Aunque nunca pasa corriente *a través de*el condensador, la acción de carga/descarga del condensador crea el efecto de corriente que fluye de ida y vuelta a través del circuito.

Descubriendo usos para los condensadores

Los condensadores se utilizan con frecuencia en la mayoría de los circuitos electrónicos que utilizamos a diario. Sus principales funciones son almacenar energía eléctrica, bloquear la corriente continua (CC) y variar la oposición a la corriente según la aplicación.

frecuencia — son comúnmente explotadas por los diseñadores de circuitos para preparar el escenario para una funcionalidad extremadamente útil en los circuitos electrónicos.

A continuación se muestran algunas de las formas en que se utilizan los condensadores en los circuitos:

- ✓ **Almacenamiento de energía eléctrica:** Muchos dispositivos utilizan condensadores para almacenar energía temporalmente y usarla posteriormente. Los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) y los despertadores mantienen condensadores cargados a mano en caso de un corte de electricidad. La energía almacenada en el condensador se libera en el momento en que se desconecta el circuito de carga (¡lo que ocurrirá si se corta la electricidad!).

  Las cámaras utilizan condensadores para almacenar temporalmente la energía que genera el flash, y muchos dispositivos electrónicos también los utilizan para suministrar energía mientras se cambian las baterías. Los sistemas de audio para automóviles suelen usar condensadores para suministrar energía cuando el amplificador necesita más de la que el sistema eléctrico del vehículo puede proporcionar. Sin un condensador en el sistema, cada vez que se escucha una nota grave intensa, ¡las luces se atenuarían!

- ✓ **Cómo evitar que la corriente continua pase entre las etapas del circuito:** Cuando se conectan en serie con una fuente de señal (como un micrófono), los condensadores bloquean la corriente continua (CC) pero dejan pasar la corriente alterna (CA). Esto se conoce como *acoplamiento capacitivo* o *Acoplamiento de CA*, Y cuando se usa de esta manera, el condensador se conoce como *condensador de acoplamiento.*

  Los sistemas de audio multietapa suelen utilizar esta función entre etapas para que solo la corriente alterna (CA) de la señal de audio (la parte que transporta la información de sonido codificada) de una etapa pase a la siguiente. La corriente continua (CC) utilizada para alimentar los componentes de una etapa anterior se elimina antes de amplificar la señal de audio.

- ✓ **Suavizar el voltaje:** Las fuentes de alimentación que convierten CA en CC, como el cargador de un teléfono celular, suelen aprovechar la dificultad de los condensadores para reaccionar rápidamente a los cambios repentinos de voltaje. Estos dispositivos utilizan condensadores electrolíticos de gran tamaño para suavizar las variaciones de CC. *condensadores de suavizado* Mantienen la tensión de salida a un nivel relativamente constante descargándose a través de la carga cuando la alimentación de CC cae por debajo de cierto nivel. Este es un ejemplo clásico del uso de un condensador para almacenar energía eléctrica hasta que se necesite: cuando la alimentación de CC no puede mantener la tensión, el condensador cede parte de su energía almacenada para compensar la falta de tensión.

- ✓ **Creando temporizadores:** Dado que cargar y descargar un condensador lleva tiempo, estos se suelen usar en circuitos de temporización para generar tictacs cuando el voltaje sube o baja de cierto nivel. La sincronización de estos tictacs se puede controlar mediante la selección del condensador y otros componentes del circuito. (Para más detalles, consulte la sección "Combinación con resistencias", más adelante en este capítulo).

- **Sintonización de frecuencias:** Los condensadores se utilizan a menudo para ayudar a seleccionar o rechazar determinadas señales eléctricas (que son corrientes eléctricas que varían en el tiempo y que transportan información codificada) en función de su frecuencia.

  Por ejemplo, un circuito de sintonización en un sistema receptor de radio se basa en condensadores y otros componentes para permitir que la señal de una sola estación de radio a la vez pase a la etapa amplificadora, mientras bloquea las señales de todas las demás. Cada estación de radio tiene asignada una frecuencia de transmisión específica, y es responsabilidad del fabricante de la radio diseñar circuitos que sintonicen las frecuencias objetivo. Dado que los condensadores se comportan de forma diferente para distintas frecuencias de señal, son un componente clave de estos circuitos de sintonización. El efecto neto es una especie de filtrado electrónico.

Caracterización de condensadores

Los condensadores se pueden construir de diversas maneras, utilizando diferentes materiales para las placas y el dieléctrico, y variando el tamaño de las placas. La composición particular de un condensador determina sus características e influye en su comportamiento en un circuito.

Definición de capacitancia

Capacidad Es la capacidad de un cuerpo para almacenar una carga eléctrica. El mismo término, capacitancia, se utiliza para describir cuánta carga puede almacenar un condensador en cada una de sus placas. Cuanto mayor sea la capacitancia, mayor será la carga que el condensador puede almacenar en un momento dado.

La capacitancia de cualquier capacitor dado depende de tres cosas: el área de superficie de las placas de metal, el espesor del dieléctrico entre las placas y el tipo de dieléctrico utilizado (más información sobre dieléctricos más adelante en esta sección).

No necesitas saber calcular la capacitancia (y sí, hay una fórmula que da miedo), porque cualquier capacitor que se precie tiene un valor de capacitancia documentado. Simplemente ayuda entender que la capacidad de carga de las placas de un capacitor depende de su fabricación.

La capacitancia se mide en unidades llamadas *faradios.* Un faradio (abreviado F) se define como la capacitancia necesaria para que fluya un amperio de corriente cuando el voltaje varía a una velocidad de un voltio por segundo. No se preocupe por los detalles de la definición; simplemente recuerde que un faradio es una cantidad enorme de capacitancia. Es más probable encontrar capacitores con valores de capacitancia mucho menores, que rondan el rango de microfaradios (µF) o picofaradios (pF). *microfaradio* es una millonésima de un faradio, o 0,000001 faradio, y una *picofaradio* es una millonésima de una millonésima de faradio, o 0,000000000001 faradio.

A continuación se muestran algunos ejemplos:

- ✓ Un condensador de 10 µF equivale a 10 millonésimas de faradio.
- ✓ Un condensador de 1 µF es una millonésima parte de un faradio.
- ✓ Un condensador de 100 pF equivale a una 100 millonésima de millonésima de faradio, o mejor dicho, a una 100 millonésima de microfaradio. ¡Uf!

Se utilizan condensadores más grandes (1 F o más) para el almacenamiento de energía del sistema, y se utilizan condensadores más pequeños en una variedad de aplicaciones, como se muestra en la Tabla 7-1.

Tabla 7-1 **Características del condensador**

Tipo	*Rango típico*	*Solicitud*
Cerámico	1 pF a 2,2 µF	Filtrado, derivación
Mica	1 pF a 1 µF	Temporización, oscilador, circuitos de precisión
Lámina metalizada	0,01 a 100 µF	Bloqueo de CC, fuente de alimentación, filtrado
Poliéster (Mylar)	0,001 a 100 µF	Acoplamiento, derivación
Polipropileno	100 pF a 50 µF	Fuente de alimentación conmutada
Poliestireno	10 pF a 10 µF	Circuitos de sincronización y sintonización
Tantalio (electrolítico)	0,001 a 1000 µF	Bypass, acoplamiento, bloqueo de CC
electrolítico de aluminio	10 a 220.000 µF	Filtrado, acoplamiento, derivación, suavizado

La mayoría de los condensadores son muy imprecisos. La capacitancia real del condensador puede variar bastante de la nominal. Las variaciones de fabricación causan este problema; los fabricantes de condensadores no buscan confundirte. Afortunadamente, la inexactitud rara vez es un problema en los circuitos caseros. Aun así, es necesario conocer estas variaciones para que, si un circuito requiere un condensador de mayor precisión, sepas qué comprar. Al igual que con las resistencias, los condensadores se clasifican por su tolerancia, que se expresa en porcentaje.

Vigilar el voltaje de trabajo

El*voltaje de trabajo,*A veces abreviado como WV,Es el voltaje más alto que el fabricante recomienda aplicar de forma segura a un condensador. Si se excede el voltaje de trabajo, se puede dañar el dieléctrico, lo que podría provocar un arco eléctrico entre las placas, como un rayo durante una tormenta. Podría provocar un cortocircuito en el condensador y permitir el flujo de corrientes no deseadas, e incluso dañar los componentes cercanos.

Los capacitores diseñados para circuitos de CC generalmente están clasificados para un WV de no más de 16 V a 35 V. Eso es suficiente para circuitos de CC que se alimentan con fuentes que van de 3,3 V a 12 V. Si construye circuitos que usan voltajes más altos, asegúrese de seleccionar un capacitor que tenga un WV de al menos un 10% a 15% más que el voltaje de suministro en su circuito, solo para estar seguro.

Cómo elegir el dieléctrico adecuado para el trabajo

Los diseñadores de circuitos electrónicos especifican los condensadores para un proyecto según su material dieléctrico. Algunos materiales son más adecuados para ciertas aplicaciones, pero no para otras. Por ejemplo, los condensadores electrolíticos pueden soportar grandes corrientes, pero solo funcionan de forma fiable con frecuencias de señal inferiores a 100 kHz, por lo que se utilizan habitualmente en amplificadores de audio y circuitos de alimentación. Los condensadores de mica, en cambio, presentan características de frecuencia excepcionales y se utilizan a menudo en circuitos transmisores de radiofrecuencia (RF).

Los materiales dieléctricos más comunes son el electrolítico de aluminio, el electrolítico de tántalo, la cerámica, la mica, el polipropileno, el poliéster (o Mylar) y el poliestireno. Si un diagrama de circuito requiere un condensador de un tipo específico, asegúrese de conseguir uno que coincida.

Consulte la Tabla 7-1 para obtener una lista de los tipos de capacitores más comunes, su rango de valores típico y aplicaciones comunes.

Dimensionamiento del embalaje del condensador

Los condensadores vienen en diversas formas y tamaños (consulte la Figura 7-1). Los condensadores electrolíticos de aluminio y de papel suelen tener forma cilíndrica. Los condensadores electrolíticos de tantalio, cerámicos, de mica y de poliestireno tienen una forma más bulbosa, ya que suelen sumergirse en un baño de epoxi o plástico para formar su revestimiento exterior. Sin embargo, no todos los condensadores de un tipo en particular (como los de mica o Mylar) se fabrican de la misma manera, por lo que no siempre se puede identificar el componente por su cubierta.

Su proveedor de componentes puede etiquetar los condensadores según la disposición de sus terminales: axial o radial. Los terminales axiales se extienden desde cada extremo de un condensador cilíndrico, a lo largo de su eje; los terminales radiales se extienden desde un extremo del condensador y son paralelos entre sí (hasta que se doblan para su uso en un circuito).

Si buscas condensadores en tu tableta o portátil, puede que no reconozcas algunos. Esto se debe a que muchos de los condensadores de tu PC no tienen cables.*Paquetes de montaje en superficie*Los condensadores son extremadamente pequeños y están diseñados para soldarse directamente a placas de circuito impreso (PCB). Desde la década de 1980, se han implementado procesos de fabricación de alto volumen.

utilizando tecnología de montaje superficial (SMT) para conectar capacitores y otros componentes directamente a la superficie de las PCB, ahorrando espacio y mejorando el rendimiento del circuito.

Ser positivo acerca de la polaridad del condensador

Algunos condensadores electrolíticos de mayor valor (1 µF y más) son*polarizado*— Esto significa que el terminal positivo debe mantenerse a un voltaje mayor que el negativo, por lo que es importante la dirección en la que se inserta el condensador en el circuito. Los condensadores polarizados están diseñados para usarse en circuitos de CC.

Muchos condensadores polarizados tienen un signo menos (–) o una flecha grande que apunta al terminal negativo. En los condensadores radiales, el cable negativo suele ser más corto que el positivo.

Si un condensador está polarizado,*De verdad, de verdad*Asegúrese de instalarlo en el circuito con la orientación correcta. Si invierte los cables, por ejemplo, conectando el lado positivo a la toma de tierra del circuito, podría romper el dieléctrico del condensador, lo que podría provocar un cortocircuito. Invertir los cables puede dañar otros componentes del circuito (al enviarles demasiada corriente) e incluso podría explotar.

Lectura de los valores de los condensadores

Algunos condensadores tienen sus valores impresos directamente, ya sea en faradios o fracciones de faradio. Esto suele ocurrir con condensadores más grandes, ya que disponen de suficiente espacio para imprimir la capacitancia y el voltaje de trabajo.

La mayoría de los condensadores más pequeños (como los condensadores de disco de mica de 0,1 µF o 0,01 µF) utilizan un sistema de marcado de tres dígitos para indicar la capacitancia. A la mayoría de las personas les resulta fácil usar este sistema de numeración. ¡Pero hay una trampa! (Siempre hay una trampa). El sistema se basa en*pico*Faradios, no microfaradios. Un número con este sistema de marcado, como 103, significa 10, seguido de tres ceros, como en 10 000, para un total de 10 000 picofaradios. Algunos condensadores llevan impreso un número de dos dígitos, que simplemente representa su valor en picofaradios. Por ejemplo, un valor de 22 significa 22 picofaradios. Sin un tercer dígito, no se añaden ceros al final.

Para valores superiores a 1000 picofaradios, es muy probable que su proveedor de piezas indique el condensador en microfaradios, incluso si las marcas indican picofaradios. Para convertir el valor de picofaradios del condensador a microfaradios, simplemente mueva la coma decimal seis posiciones hacia la derecha.*izquierda*.Entonces, un condensador marcado con un 103 (por ejemplo, el ejemplo del párrafo anterior) tiene un valor de 10 000 pF o 0,01 µF.

Supongamos que está construyendo un circuito que requiere un condensador de disco de 0,1 µF. Puede convertir microfaradios a picofaradios para determinar qué marca buscar en el encapsulado del condensador. Simplemente mueva la coma decimal seis posiciones hacia la *bien,*Y obtienes 100.000 pF. Dado que la marca de tres dígitos consiste en los dos primeros dígitos de tu valor de pF (10) seguidos de los ceros adicionales (4), necesitarás un condensador de disco de mica etiquetado como 104.

Puede utilizar la Tabla 7-2 como guía de referencia para las marcas de capacitores comunes que utilizan este sistema de numeración.

Tabla 7-2 **Referencia del valor del condensador**

Calificación	***Valor***
nn(un número del 01 al 99)	*nn*pF
101	100 pF
102	0,001 µF
103	0,01 µF
104	0,1 µF
221	220 pF
222	0,0022 µF
223	0,022 µF
224	0,22 µF
331	330 pF
332	0,0033 µF
333	0,033 µF
334	0,33 µF
471	470 pF
472	0,0047 µF
473	0,047 µF
474	0,47 µF

Otro sistema de numeración menos usado utiliza tanto números como letras, como este: 4R1. La ubicación de la letra R indica la posición de la coma decimal: 4R1 es en realidad 4,1. Sin embargo, este sistema de numeración no indica las unidades de medida, que pueden ser microfaradios o picofaradios.

Puede probar la capacitancia con un medidor de capacitancia o un multímetro con entrada de capacitancia (consulte el Capítulo 16 para obtener más detalles). La mayoría de los medidores requieren que

Conecta el capacitor directamente al instrumento de prueba porque la capacitancia puede aumentar con cables más largos, lo que hace que la lectura sea menos precisa.

En muchos condensadores, un código de una sola letra indica la tolerancia. Puede encontrar esta letra sola en el cuerpo del condensador o después de la marca de tres dígitos, como en este ejemplo: 103Z.

Aquí, la letra Z indica una tolerancia de +80 % a –20 %. Esta tolerancia significa que el condensador, con una capacidad nominal de 0,01 µF, puede tener un valor real hasta un 80 % superior o un 20 % inferior al valor indicado. La Tabla 7-3 muestra el significado de las letras de código comunes que se utilizan para indicar la tolerancia de los condensadores. Tenga en cuenta que las letras B, C y D representan tolerancias expresadas en valores absolutos de capacitancia, no en porcentajes. Estas tres letras se utilizan únicamente en condensadores muy pequeños (rango de pF).

Tabla 7-3 Marcas de tolerancia del condensador

Código	*Tolerancia*
B	±0,1 pF
do	±0,25 pF
D	±0,5 pF
F	±1%
GRAMO	±2%
Yo	±5%
K	±10%
METRO	±20%
PAG	+ 100%, –0%
Z	+ 80%, –20%

Capacitancia variable

Los condensadores variables permiten ajustar la capacitancia según las necesidades del circuito. El tipo más común de condensador variable es el…*dieléctrico de aire,* Este se encuentra frecuentemente en los controles de sintonización de radios AM. Los condensadores variables más pequeños se utilizan a menudo en receptores y transmisores de radio, y funcionan en circuitos que utilizan cristales de cuarzo para proporcionar una señal de referencia precisa. El valor de estos condensadores variables suele estar en el rango de 5 pF a 500 pF.

Los condensadores variables controlados mecánicamente funcionan cambiando la distancia entre las placas del condensador o cambiando la cantidad de superposición entre ellas.

Las superficies de las dos placas. Un diseño especial *diodo* (un dispositivo semiconductor, analizado en el Capítulo 9) puede funcionar como un condensador variable controlado electrónicamente; dichos dispositivos se conocen como *varactores* o *varicaps*—y puedes cambiar su capacitancia cambiando el voltaje de CC que les aplicas.

Es probable que interactúes con condensadores variables más que con tu pareja. Los condensadores variables se encuentran detrás de muchos dispositivos táctiles, como las pantallas de ciertos teléfonos inteligentes, las teclas de los teclados de computadora, los paneles de control de muchos electrodomésticos y algunos ascensores, y los botones de tu control remoto favorito. Un tipo de micrófono utiliza un condensador variable para convertir el sonido en señales eléctricas, y el diafragma del micrófono actúa como una placa de condensador móvil. Las fluctuaciones del sonido hacen vibrar el diafragma, lo que varía la capacitancia y produce fluctuaciones de voltaje. Este dispositivo se conoce como... *micrófono de condensador,* Se llama así porque antes los condensadores se llamaban condensadores.

Interpretación de los símbolos de los condensadores

La Figura 7-5 muestra los símbolos de circuito para los diferentes tipos de condensadores. Hay dos símbolos comunes para circuitos de condensadores: uno con dos líneas paralelas (que representan las placas del condensador) y el otro con una línea y una curva. El lado curvo representa el lado más negativo de un condensador polarizado; sin embargo, algunos utilizan ambos símbolos indistintamente. Normalmente, si un circuito tiene un condensador polarizado, verá un signo más (+) a un lado del símbolo, que indica cómo orientarlo en el circuito. Una flecha que atraviesa cualquiera de los dos símbolos representa un condensador variable.

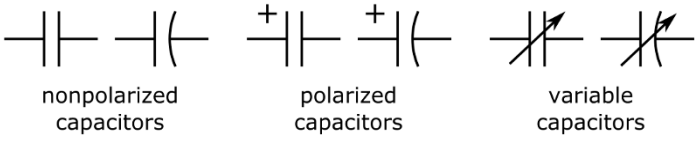


Figura 7-5: Símbolos de circuitos para condensadores.

Combinación de condensadores

Puedes combinar condensadores en serie, en paralelo o en una combinación de ambos para obtener el valor de capacitancia que necesites. Sin embargo, como verás, las reglas para combinar condensadores son diferentes a las de combinar resistencias.

Condensadores en paralelo

La Figura 7-6 muestra dos condensadores en paralelo, con los puntos de conexión comunes marcados como A y B. Observe que el punto A está conectado a una placa del condensador C1 y a una placa del condensador C2. Eléctricamente, el punto A está conectado a una placa metálica del mismo tamaño que las dos placas juntas. Lo mismo ocurre con el punto B, que está conectado a las otras placas del condensador C1 y C2. Cuanto mayor sea la superficie de una placa del condensador, mayor será la capacitancia.

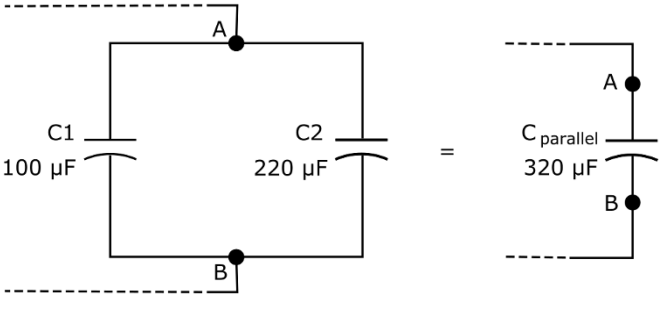


Figura 7-6: Los condensadores en paralelo se suman.

Los condensadores en paralelo suman: Cada placa metálica de un condensador está conectada eléctricamente a una placa metálica del condensador en paralelo. Cada par de placas se comporta como una sola placa más grande con mayor capacitancia (véase la Figura 7-6).

La capacitancia equivalente de un conjunto de capacitores en paralelo es

$$C_{paralelo} = C1 + C2 + C3 + C4 + \quad +$$

C1, *C2*, *C3*, y así sucesivamente representan los valores de los condensadores, y $C_{paralelo}$ *do* representa la capacitancia equivalente total.

Para los capacitores de la Figura 7-6, la capacitancia total es

$$C_{paralelo} = 100\ \mu F + 220\ \mu F$$
$$= 320\ \mu F$$

Si coloca los capacitores de la Figura 7-6 en un circuito funcional, el voltaje en cada capacitor sería el mismo y la corriente que fluye hacia el punto A se dividiría para viajar a través de cada capacitor y luego se uniría nuevamente en el punto B.

Condensadores en serie

Los condensadores en serie actúan entre sí, reduciendo la capacitancia efectiva de la misma manera que las resistencias en paralelo reducen la resistencia total. El cálculo es el siguiente:

$$_{serie} = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

C1 y *C2* son los valores de los condensadores individuales, y *do* $_{serie}$ es el equivalente Capacitancia prestada. La capacitancia total (en µF) de un capacitor de 100 µF en serie con un capacitor de 220 µF, como se muestra en la Figura 7-7, es

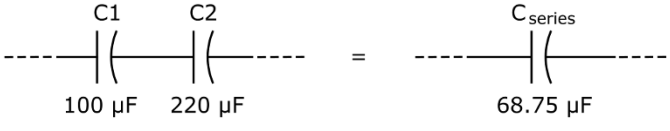
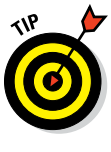


Figura 7-7: Los condensadores en serie trabajan unos contra otros, reduciendo la capacitancia general.

$$_{serie} = \frac{100 \times 220}{100 + 220}$$
$$= \frac{22.000}{320}$$
$$= 68{,}75$$
$$_{serie} = 68{,}75\ \mu F$$



Puede ignorar temporalmente la parte µ de µF mientras realiza el cálculo que se acaba de mostrar, siempre que todos los valores de capacitancia estén en µF y recuerde que el resultado *total* La capacitancia también está en µF.

La capacitancia equivalente de un conjunto de capacitores en serie es

$$_{serie} = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \ldots}$$

Al igual que con cualquier componente en serie, la corriente que pasa por cada condensador en serie es la misma, pero el voltaje que cae a través de cada condensador puede ser diferente.

Trabajando en equipo con resistencias

Los condensadores a menudo trabajan en conjunto con las resistencias en circuitos electrónicos, combinando su capacidad para almacenar energía eléctrica con la de una resistencia.

Control del flujo de electrones. Al combinar estas dos capacidades, se puede controlar la velocidad con la que los electrones llenan (o cargan) un condensador, y la velocidad con la que se vacían (o descargan) del mismo. Este dúo dinámico es tan popular que los circuitos que contienen tanto resistencias como condensadores se conocen con un práctico apodo: *Circuitos RC.*

El tiempo lo es todo

Observe el circuito RC en la Figura 7-8. La batería cargará el condensador a través de la resistencia cuando el interruptor esté cerrado.

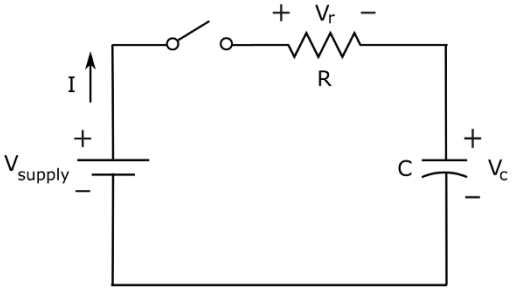


Figura 7-8: El condensador se carga hasta que su voltaje es igual al voltaje de suministro.

Suponiendo que el capacitor se descargó desde el principio, el voltaje inicial a través del capacitor, V_{do}, es cero. Al cerrar el interruptor, la corriente comienza a fluir y las cargas se acumulan en las placas del condensador. La Ley de Ohm (véase el Capítulo 6) indica que la corriente de carga, I, está determinada por el voltaje a través de la resistencia, V_o, y el valor de la resistencia, R, de la siguiente manera:

$$I = \frac{V_o}{R}$$

Y como las caídas de voltaje son iguales a las subidas de voltaje alrededor del circuito, sabes que el voltaje de la resistencia es la diferencia entre el voltaje de suministro, $V_{suministrar}$, y el voltaje del capacitor, V_{do}:

$$V_o = V_{suministrar} - V_{do}$$

Utilizando esos dos hechos, puedes analizar lo que está sucediendo en este circuito a lo largo del tiempo, de la siguiente manera:

- ✓ **Inicialmente:** Como el voltaje del capacitor es inicialmente cero, el voltaje del resistor es inicialmente igual al voltaje de suministro.

- **Cargando:** A medida que el condensador comienza a cargarse, desarrolla un voltaje, por lo que el voltaje de la resistencia comienza a disminuir, lo que a su vez reduce la corriente de carga. El condensador continúa cargándose, pero a un ritmo más lento porque la corriente de carga ha disminuido. V_{do} sigue aumentando, V_o continúa disminuyendo, por lo que la corriente continúa disminuyendo.
- **Completamente cargado:** Cuando el capacitor está completamente cargado, la corriente deja de fluir, la caída de voltaje a través de la resistencia es cero y la caída de voltaje a través del capacitor es igual al voltaje de suministro.

Si se retira la batería y se reemplaza con un cable, de modo que el circuito consta únicamente de la resistencia y el condensador, este último se descargará a través de la resistencia. En este caso, el voltaje en la resistencia es igual al voltaje en el condensador ($_o$ $= V_{do}$), Entonces la corriente es V_{do}/R. Esto es lo que pasa:

- **Inicialmente:** Debido a que el capacitor está completamente cargado, su voltaje es inicialmente $V_{suministrar}$. Porque $_o$ $= V_{do}$, El voltaje de la resistencia es inicialmente $V_{suministrar}$, por lo que el cur- El alquiler sube inmediatamente a $V_{suministrar}/R$. Esto significa que el condensador está en reposo. Lanzar cargas de una placa a la otra con bastante rapidez.
- **Descarga:** A medida que las cargas comienzan a fluir de una placa del capacitor a la otra, el voltaje del capacitor (y por lo tanto V_o) comienza a caer, lo que resulta en una corriente más baja. El condensador continúa descargándose, pero a un ritmo más lento. V_{do} y entonces V_o) A medida que continúa disminuyendo, también lo hace la corriente.
- **Completamente descargado:** Cuando el capacitor está completamente descargado, la corriente deja de fluir y no se produce caída de voltaje ni en la resistencia ni en el capacitor.

La forma de onda de la Figura 7-9 muestra cómo, cuando se aplica un voltaje constante y luego se retira del circuito, el voltaje del capacitor cambia con el tiempo a medida que el capacitor se carga y descarga a través de la resistencia.

La velocidad de carga (y descarga) del condensador depende de la resistencia y la capacitancia del circuito RC. Cuanto mayor sea la resistencia, menor será la corriente que fluya para la misma tensión de alimentación y, por lo tanto, más tardará en cargarse el condensador. Una resistencia menor permite que fluya más corriente, lo que acelera la carga del condensador.

Asimismo, cuanto mayor sea la capacitancia, más cargas se necesitan para llenar las placas del condensador, por lo que más tiempo tarda en cargarse. Durante el ciclo de descarga, una resistencia mayor ralentiza más los electrones al moverse de una placa a otra, lo que aumenta el tiempo de descarga. Un condensador mayor retiene más carga, lo que le permite descargarse más tiempo.

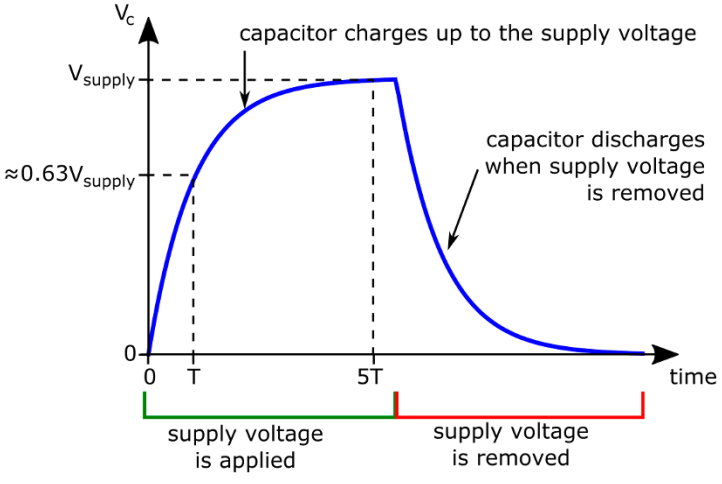


Figura 7-9: El voltaje a través de un capacitor cambia con el tiempo a medida que el capacitor se carga y descarga.

Cálculo de constantes de tiempo RC

Al elegir cuidadosamente los valores del condensador y la resistencia, se puede ajustar el tiempo de carga y descarga del condensador. Resulta que la elección de la resistencia...*R*, y capacitancia,*do*,*define*el tiempo que tarda en cargarse y descargarse el condensador elegido a través de la resistencia elegida. Si multiplicas *R*(en ohmios) por*do*(en faradios), se obtiene lo que se conoce como*Constante de tiempo RC*de su circuito RC, simbolizado porT.Y esto nos da otra fórmula muy útil:

$$T = RC$$

Un condensador se carga y descarga casi por completo después de cinco veces su constante de tiempo RC, o 5*RC*(lo que significa 5×*R*×*do*). Después de transcurrido un tiempo equivalente a una constante de tiempo, un condensador descargado se cargará hasta aproximadamente dos tercios de su capacidad, y un condensador cargado se descargará casi dos tercios de su capacidad.

Por ejemplo, supongamos que se elige una resistencia de 2 MΩ y un condensador de 15 µF para el circuito de la Figura 7-7. Se calcula la constante de tiempo RC de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{constante de tiempo C} &= RC \\ &= 2.000.000\ \Omega \times 0{,}000015\ \text{F} \\ &= 30\ \text{segundos} \end{aligned}$$

Ahora sabe que la carga o descarga completa del condensador tardará unos 150 segundos (o 2,5 minutos). Si desea un ciclo de carga/descarga más corto, puede reducir el valor de la resistencia o...

Condensador (o ambos). Supongamos que solo tiene un condensador de 15 µF y quiere cargarlo en cinco segundos. Puede calcular la resistencia necesaria para ello de la siguiente manera:

- ✓ **Encuentra la constante de tiempo RC:** Sabes que se necesita cinco veces la constante de tiempo RC para cargar completamente el condensador, y quieres cargarlo completamente en cinco segundos. Eso significa que *RC* 5 segundos, entonces *RC* 1 segundo.
- ✓ **Calcular *R*:** Si *RC* 1 segundo, y *do* es 15 µF, entonces sabes que *R* 1 segundo 0,00 0015 F, que es aproximadamente 66,667 Ω o 67 kΩ.

Variando la constante de tiempo RC

Para comprobar que realmente se puede controlar el tiempo que tarda en cargarse y descargarse un condensador, se puede construir el circuito que se muestra en la Figura 7-10 y usar el multímetro para observar los cambios de voltaje en el condensador. También se puede observar cómo el condensador mantiene su carga (es decir, almacena energía eléctrica).

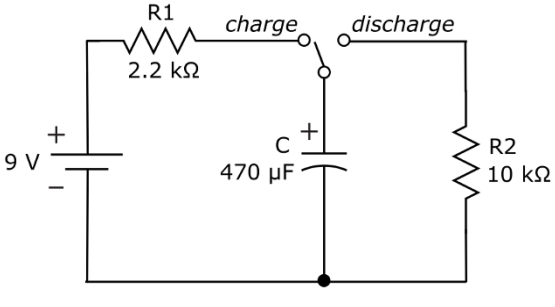


Figura 7-10: Al elegir diferentes valores de resistencia, puede alterar el tiempo de carga y el tiempo de descarga de un capacitor.

El circuito de la Figura 7-10 es en realidad dos circuitos en uno. El interruptor de conmutación alterna entre las posiciones etiquetadas *cargar* y *descargar*, creando dos opciones de circuito:

- ✓ **Circuito de carga:** Cuando el interruptor está en la posición de carga, el circuito consta de la batería, la resistencia *R1*, y el condensador, *do*. Resistencia *R2* no está conectado al circuito.
- ✓ **Circuito de descarga:** Cuando el interruptor está en la posición de descarga, el condensador está conectado a la resistencia. *R2* En un circuito completo. La batería y la resistencia *R1* están desconectados del circuito (están abiertos).

Para construir este circuito, necesitarás las siguientes piezas:

- ✓ Una batería de 9 voltios con clip de batería
- ✓ Un condensador electrolítico de 470 µF
- ✓ Una resistencia de 2,2 kΩ (rojo-rojo-rojo)
- ✓ Una resistencia de 10 kΩ (marrón-negro-naranja)
- ✓ Un cable puente (que desempeñará la función de interruptor de cambio)
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura

Configure el circuito usando la Figura 7-11 como guía. Asegúrese de colocar un extremo del cable puente en la placa de pruebas de modo que esté conectado eléctricamente al polo positivo del condensador. Luego, puede usar el otro extremo para conectar el condensador a...*R1*(para completar el circuito de carga) o para*R2*(Para completar el circuito de descarga). También puedes dejar el otro extremo del cable puente sin conectar (como se muestra en la Figura 7-11), lo cual te sugiero hacer más adelante en esta sección. Pronto verás por qué.

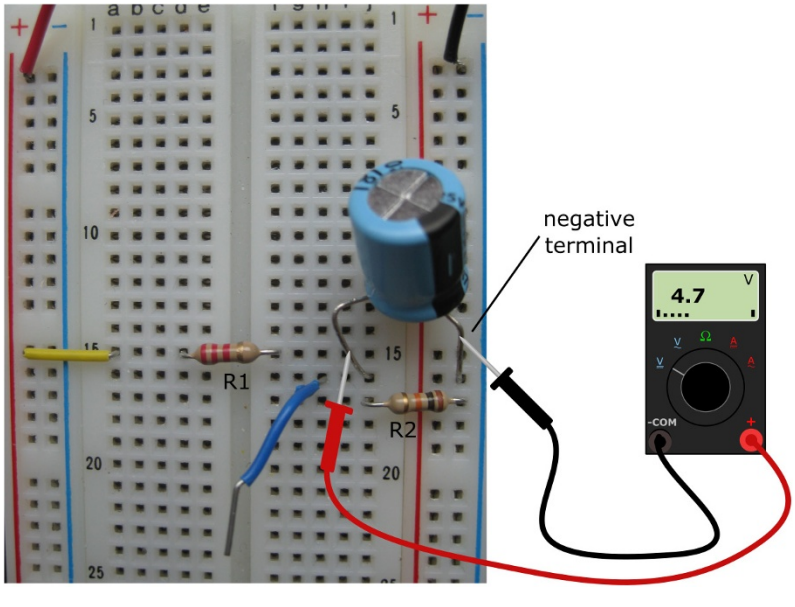


Figura 7-11: Configuración del circuito para observar diferentes constantes de tiempo RC para cargar y descargar un capacitor.

Para observar la carga del capacitor, mantener su carga y luego descargarla, siga estos pasos:

1. **Configure su multímetro en voltios CC con un rango de 10 V y conéctelo al capacitor.**

   Conecte el cable rojo del multímetro al lado positivo de la tapa y el cable negro del multímetro al lado negativo de la tapa (consulte la Figura 7-11).

2. **Cargue el condensador.**

   Conecte el interruptor de cambio a la posición de carga colocando el extremo libre del cable puente en un orificio en la misma fila que el lado no conectado de *R1*Observe la lectura de voltaje en su medidor. Debería ver que la lectura del medidor aumenta a aproximadamente 9 V a medida que el capacitor se carga a través de la resistencia.*R1*El condensador debería tardar unos 5 segundos en cargarse por completo.

3. **Coloque el condensador en un patrón de retención.**

   Retire el extremo del cable puente que conectó en el paso 2 y déjelo colgando. Observe la lectura de voltaje en su medidor. El medidor debería seguir marcando aproximadamente 9 V. (Es posible que la lectura disminuya ligeramente a medida que el capacitor se descarga lentamente a través de la resistencia interna del medidor). El capacitor mantiene su carga (en realidad, almacena energía eléctrica), incluso sin la batería conectada.

4. **Deje que el condensador se descargue.**

   Conecte el interruptor de cambio a la posición de descarga colocando el extremo libre del cable puente en un orificio en la misma fila que el lado no conectado de*R2* Observe la lectura de voltaje en su medidor. Debería ver que la lectura disminuye a medida que el capacitor se descarga a través de la resistencia.*R2*a 0 V. El capacitor debe tardar aproximadamente 25 segundos en descargarse por completo.

En la sección anterior (“Cálculo de constantes de tiempo RC”), descubre que un capacitor en un circuito RC simple alcanza casi su carga completa aproximadamente cinco veces la constante de tiempo RC,T.T.Es simplemente el valor de la resistencia (en ohmios) multiplicado por el valor de la capacitancia (en faradios). Así, puedes calcular el tiempo que tarda en cargarse y descargarse el condensador de tu circuito de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de carga} &= 5 \times R1 \times C \\ &= 5 \times 2{,}200\ \Omega \times 0{,}000470\ \text{F} \\ &= 5{,}17 \text{ segundos}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{tiempo de descarga} &= 5 \times R2 \text{ total} \\ &= 5 \times 10.000\ \Omega \times 0{,}000470\ \text{F} \\ &= 23{,}5 \text{ segundos}\end{aligned}$$

¿Te parecen cercanos esos tiempos de carga/descarga a los que observaste? Repite el experimento de carga y descarga con un cronómetro y comprueba si tus cálculos son correctos.

Si desea explorar más, intente reemplazar *R1* y *R2* Con diferentes resistencias o usando un condensador diferente. Luego, calcula los tiempos de carga/descarga que esperas y mide los tiempos reales al cargar y descargar el condensador. ¡Verás que la constante de tiempo RC no te decepciona!

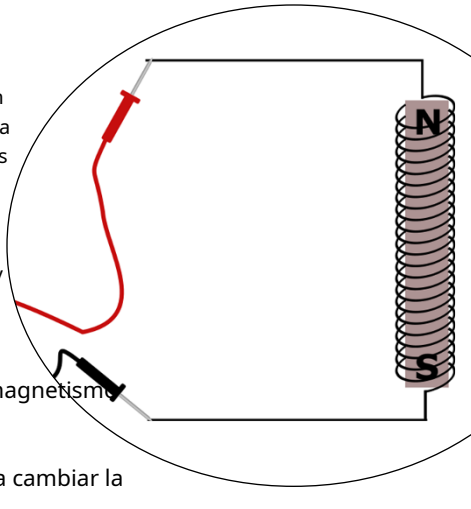
8

Identificación con inductores

En este capítulo

- Inducción de corrientes en bobinas con un campo magnético cambiante
- Oponerse a los cambios de corriente con un inductor
- Uso de inductores en circuitos de filtro
- Resonando con circuitos RLC
- Haciendo frecuencias cristalinas
- Acoplamiento del flujo magnético para transferir energía entre circuitos

METRO Cualquiera de los mejores inventos del mundo, como la penicilina, las notas adhesivas, el champán y el marcapasos, fueron resultado de un descubrimiento accidental. Uno de estos descubrimientos fortuitos —la interacción entre la electricidad y el magnetismo— condujo al desarrollo de dos componentes electrónicos increíblemente útiles: la bobina de inducción y el transformador.



El *bobina de inducción*, o *inductor*, Almacena energía eléctrica en un campo magnético y modela las señales eléctricas de forma distinta a como lo hace un condensador. Ya sea operando solos o en pares especiales conocidos como *transformadores*, o como parte de un equipo junto con capacitores y resistencias, los inductores están en el corazón de muchas comodidades modernas sin las cuales quizás no querría vivir, incluidos los sistemas de radio, televisión y la red de transmisión de energía eléctrica.

Este capítulo expone la relación entre la electricidad y el magnetismo y explica cómo los científicos del siglo XIX explotaron deliberadamente dicha relación para crear inductores y transformadores. Observará lo que sucede cuando intenta cambiar la dirección de la corriente a través de un inductor.
Tor demasiado rápido. Luego, explorarás cómo se usan los inductores en los circuitos y por qué los cristales vibran a una sola frecuencia. Finalmente, comprenderás cómo los transformadores transfieren energía eléctrica de un circuito a otro, sin contacto directo entre ellos.

Primos besándose: magnetismo y electricidad

El magnetismo y la electricidad se consideraban dos fenómenos separados, hasta que un científico del siglo XIX llamado Hans Christian Ørsted descubrió que la aguja de una brújula se alejaba del norte magnético al conectar y desconectar la corriente suministrada por una batería cercana. La aguda observación de Ørsted dio lugar a numerosas investigaciones y experimentos, que finalmente confirmaron la estrecha relación entre la electricidad y el magnetismo. Tras varios años (y muchos otros descubrimientos accidentales), Michael Faraday y otros científicos del siglo XIX descubrieron cómo aprovechar el fenómeno conocido como *electromagnetismo* Para crear los primeros dispositivos electromecánicos del mundo. Los transformadores de potencia, los generadores electromagnéticos y muchos motores industriales actuales se basan en los principios del electromagnetismo.

Esta sección analiza cómo interactúan la electricidad y el magnetismo.

Dibujando las líneas (de flujo) con imanes

Así como la electricidad implica una fuerza (voltaje) entre dos cargas eléctricas, el magnetismo implica una fuerza entre dos polos magnéticos. Si alguna vez has realizado el clásico experimento de ciencias de primaria en el que se coloca un imán sobre una superficie y se lanzan un montón de limaduras de hierro cerca del imán, has visto los efectos de la fuerza magnética. ¿Recuerdas lo que les ocurrió a las limaduras? Se asentaron en trayectorias lineales curvas desde el polo norte del imán hasta su polo sur. Esas limaduras te mostraron las líneas de fuerza magnética, también conocidas como *líneas de flujo*—Dentro del campo magnético creado por el imán. Es posible que haya visto más limaduras cerca del imán, ya que es allí donde el campo magnético es más intenso. La Figura 8-1 muestra el patrón producido por líneas invisibles de flujo alrededor de un imán.

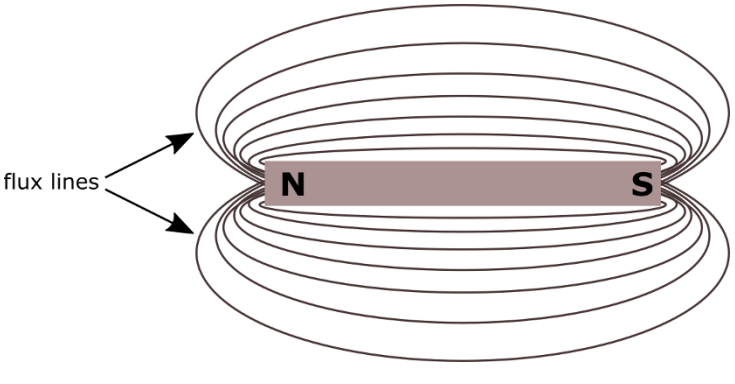


Figura 8-1: Las líneas de fuerza magnéticas existen en líneas de flujo paralelas desde el polo norte de un imán hasta su polo sur.

El flujo magnético es simplemente una forma de representar la intensidad y la dirección de un campo magnético. Para comprender las líneas de flujo magnético, piense en los efectos del aire sobre la vela de un velero. Cuanto más fuerte sea el viento y más grande la vela, mayor será la fuerza del aire sobre ella. Pero si la vela está orientada paralelamente a la dirección del viento, el aire se desliza por ella e incluso un viento fuerte no la moverá. El efecto del viento es mayor cuando impacta la vela de frente, es decir, cuando la superficie de la vela es perpendicular a la dirección del viento. Si intenta representar la intensidad y la dirección del viento, así como la orientación de la vela, en un diagrama, podría dibujar flechas que muestren la fuerza del viento extendiéndose a través de la superficie de la vela. Asimismo, las líneas de flujo magnético ilustran la intensidad y la orientación de un campo magnético, mostrando cómo actuará la fuerza del campo magnético sobre un objeto situado dentro de él. Los objetos situados en el campo magnético se verán afectados al máximo por la fuerza del campo magnético si están orientados perpendicularmente a las líneas de flujo.

Producir un campo magnético con electricidad

Como descubrió Ørsted, la corriente eléctrica que circula por un cable produce un campo magnético débil a su alrededor. Por eso, la aguja de la brújula se movía cuando esta se acercaba al circuito de Ørsted. Al detener el flujo de corriente, el campo magnético desaparece. Este imán temporal se puede controlar electrónicamente (es decir, se puede activar y desactivar activando y desactivando la corriente) y se conoce como...*electroimán.*

Con la corriente activa, las líneas de fuerza rodean el cable y se distribuyen uniformemente a lo largo de este, como se muestra en la Figura 8-2. Imagine un rollo de papel absorbente con un cable que pasa por su centro. Si pasa corriente a través del cable, líneas de flujo invisibles lo rodearán a lo largo de la superficie del rollo y formarán anillos similares a diferentes distancias. La intensidad de la fuerza magnética disminuye a medida que las líneas de flujo se alejan del cable. Si enrolla el cable conductor de corriente en una bobina uniforme, las líneas de flujo se alinean y se refuerzan mutuamente: se ha reforzado el campo magnético.

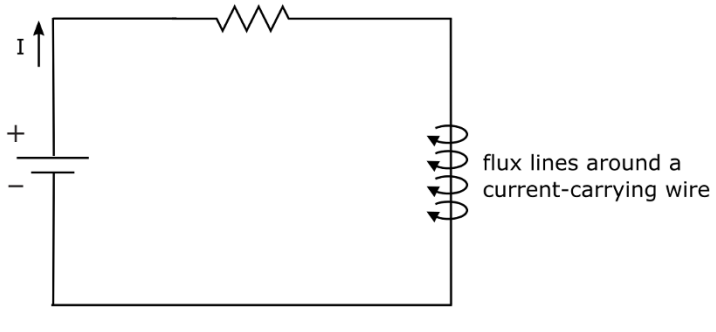


Figura 8-2: La corriente que fluye a través de un cable produce un campo magnético débil alrededor del cable.

Traducido del inglés al español - www.onlinedoctranslator.com

Inducción de corriente con un imán

Mmm... si la electricidad que circula por un cable produce un campo magnético, ¿qué ocurre si colocas un bucle cerrado de cable cerca de un imán permanente? En realidad, no ocurre nada, a menos que muevas el imán. Un campo magnético en movimiento...*induci*un voltaje a través de los extremos del cable, lo que hace que la corriente fluya a través del cable.*Inducción electromagnética*Parece que la corriente aparece mágicamente, sin contacto directo con el cable. La intensidad de la corriente depende de muchos factores, como la fuerza del imán, el número de líneas de flujo interceptadas por el cable, el ángulo en el que el cable las atraviesa y la velocidad del imán. Puedes aumentar las posibilidades de inducir una corriente fuerte enrollando el cable en una bobina y colocando el imán en el centro.*(centro)*de la bobina. Cuantas más vueltas de cable se envuelvan, más fuerte será la corriente.

Supongamos que coloca un potente imán permanente en el centro de una bobina de alambre conectada como en la Figura 8-3. (Observe que el multímetro y el alambre forman una trayectoria completa). Si mueve el imán hacia arriba, se induce corriente en el alambre y fluye en una dirección. Si mueve el imán hacia abajo, también se induce corriente, pero fluye en la dirección opuesta. Al mover el imán hacia arriba y hacia abajo repetidamente, puede producir una corriente alterna (CA) en el alambre. Alternativamente, puede mover el*cable*Arriba y abajo alrededor del imán, y ocurrirá lo mismo. Mientras haya movimiento relativo entre el cable y el imán, se inducirá corriente en el cable.

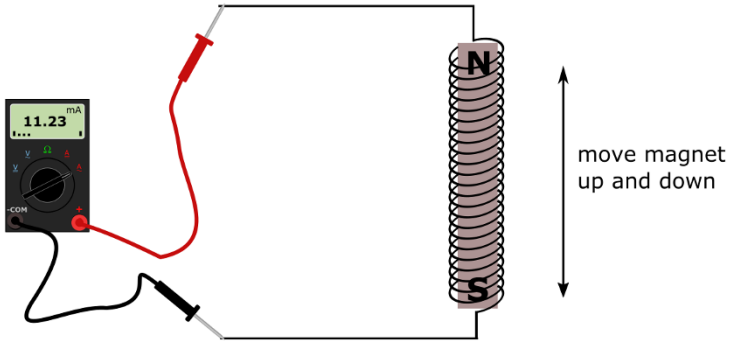
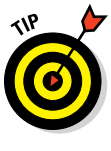
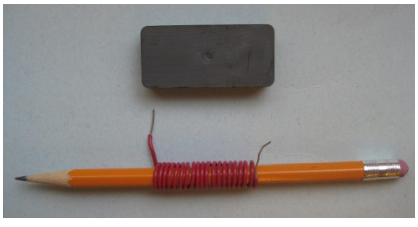


Figura 8-3: Al mover un imán dentro de una bobina de alambre se induce una corriente en el alambre.



Puedes observar la inducción electromagnética de primera mano usando una barra magnética relativamente potente, un trozo de cable calibre 22 (o más delgado) de al menos 30 cm (12 pulgadas), un lápiz y tu multímetro. Pela el aislamiento de los extremos del cable y enróllalo en bucles ajustados alrededor del lápiz, como se muestra en la Figura 8-4, dejando los extremos pelados accesibles. Con el multímetro configurado para medir miliamperios, conecta los cables al cable. Has completado un camino para que fluya la corriente, pero como no hay fuente de alimentación, no fluye corriente. A continuación, coloca el imán justo al lado del cable. ¿Sigue sin haber corriente? Finalmente, mueve el imán.

Mueva el cable de un lado a otro y observe la pantalla del multímetro. Debería ver una pequeña lectura de corriente (la mía era de unas centésimas de miliamperio) alternando entre positivo y negativo.



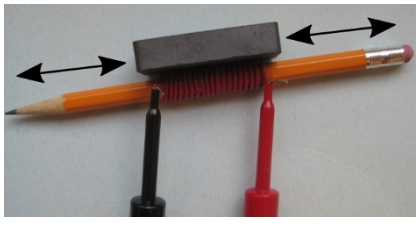


Figura 8-4: Al mover un imán cerca de una bobina de alambre se induce una corriente en el alambre.

Muchas centrales eléctricas generan corriente alterna (CA) mediante la rotación de bobinas conductoras dentro de un potente imán en forma de herradura. Las bobinas están conectadas a una turbina giratoria, que gira cuando el agua o el vapor aplica presión a sus aletas. A medida que las bobinas completan una rotación dentro del imán, este atrae electrones primero en una dirección y luego en la otra, produciendo corriente alterna.

Presentamos el inductor: una bobina con personalidad magnética

Un*inductor*Es un componente electrónico pasivo hecho de una bobina de alambre enrollada alrededor de un núcleo, que puede ser de aire, hierro o ferrita (un material frágil hecho de hierro). Los materiales de núcleo a base de hierro aumentan la intensidad del campo magnético inducido por la corriente cientos de veces. Los inductores a veces se conocen como*bobinas, estranguladores, electroimanes,*y *solenoides,* Dependiendo de cómo se utilicen en los circuitos. El símbolo de circuito de un inductor se muestra en la Figura 8-5.

Figura 8-5: Circuito símbolo para un inductor.

Si pasas corriente a través de un inductor, creas un campo magnético alrededor del cable. Si*cambiar*La corriente, al aumentarla o disminuirla, cambia el flujo magnético alrededor de la bobina y se induce un voltaje en el inductor. Ese voltaje, a veces llamado *tensión trasera,*Provoca un flujo de corriente que se opone a la corriente principal. Esta propiedad de los inductores se conoce como*autoinducción,*o simplemente*inductancia.*

Medición de la inductancia

La inductancia, simbolizada por L, se mide en unidades llamadas*henrys*(Llamado así por Joseph Henry, un neoyorquino a quien le gustaba jugar con imanes y descubrió la propiedad de la autoinducción. Una inductancia de un henrio (abreviado H)

Inducirá un voltio cuando la corriente cambie su caudal en un amperio por segundo. Un henrio es demasiado grande para la electrónica cotidiana, por lo que es más probable que oiga hablar de milihenrios (mH), porque la inductancia medida en... *milésimas* de un henry es más común. También encontrarás microhenrys (*micras*H), que son millonésimas de henrio.

Oponerse a los cambios actuales

En la Figura 8-6, se aplica una tensión de CC a una resistencia en serie con un inductor. Si no hubiera inductor en el circuito, se generaría una corriente igual a $V/R_{suministrar}$ fluiría Instantáneamente, tan pronto como se conecta la tensión de CC. Sin embargo, la introducción de un inductor afecta el comportamiento de la corriente que fluye en el circuito.

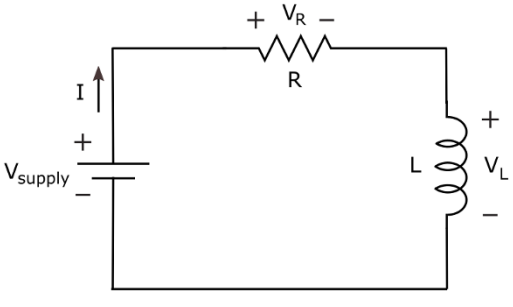


Figura 8-6: Un inductor retrasa los cambios en la corriente.

Al conectar la tensión de CC por primera vez, la corriente que empieza a fluir induce un campo magnético alrededor de las bobinas del inductor. A medida que la corriente aumenta (lo cual intenta ocurrir instantáneamente), la intensidad del campo magnético aumenta proporcionalmente. Debido a que el campo magnético cambia, induce una contratensión que, a su vez, induce una corriente en el cable enrollado. *en la dirección opuesta* A la de la corriente que ya fluye desde la fuente de voltaje. El inductor parece intentar evitar que la corriente de la fuente cambie demasiado rápido; el resultado es que la corriente no aumenta instantáneamente. Por eso se dice que los inductores se oponen a los cambios de corriente.

La corriente inducida en la bobina reduce ligeramente la intensidad del campo magnético en expansión. A medida que la corriente de la fuente aumenta, el campo magnético continúa expandiéndose (aunque cada vez más lentamente), y la corriente opuesta a la corriente de la fuente continúa induciéndose (aunque cada vez más pequeña). El ciclo continúa hasta que finalmente la corriente total se estabiliza en una corriente continua constante. Cuando la corriente alcanza un nivel estable, el campo magnético deja de cambiar y el inductor deja de afectar la corriente en el circuito.

El efecto general es que se necesita una cantidad finita de tiempo para que la corriente que fluye a través del inductor alcance un valor de CC constante. (La cantidad específica de

El tiempo que tarda depende de varios factores, como las características del inductor y el tamaño de la resistencia en el circuito. Consulte la siguiente sección, "Cálculo de la constante de tiempo RL"). Cuando esto sucede, la corriente fluye libremente a través del inductor, que actúa como un simple cable (comúnmente conocido como *cortocircuito*, o simplemente una *corto*), entonces *V* es casi 0 V (se cae un pequeño voltaje a través del inductor debido a la resistencia del cable de la bobina) y la corriente de estado estable está determinada por el voltaje de la fuente y la resistencia según la ley de Ohm $I\left(=\frac{V_{suministrar}}{R}\right)$.

Si luego retira la fuente de voltaje de CC y conecta la resistencia a través del inductor, la corriente fluirá por un corto período de tiempo, con el inductor nuevamente oponiéndose a la caída repentina de la corriente, hasta que finalmente la corriente se estabiliza en cero y el campo magnético desaparece.

Desde una perspectiva energética, al aplicar una fuente de CC a un inductor, este almacena energía eléctrica en un campo magnético. Al retirar la fuente de CC y conectar una resistencia al inductor, la energía se transfiere a la resistencia, donde se disipa en forma de calor. Los inductores almacenan energía eléctrica en campos magnéticos. Un inductor real, a diferencia de un inductor ideal teórico, presenta cierta resistencia y capacitancia, además de inductancia, debido a las propiedades físicas de sus bobinados y el material del núcleo, así como a la naturaleza de los campos magnéticos. En consecuencia, un inductor (a diferencia de un condensador) no puede retener energía eléctrica durante mucho tiempo, ya que esta se pierde por disipación de calor.

Para comprender mejor los inductores, imagine el agua fluyendo por una tubería con una turbina. Al aplicar presión de agua por primera vez, las aletas de la turbina obstruyen el flujo, aplicando contrapresión al agua. A medida que las aletas empiezan a girar, aplican menos contrapresión, por lo que el agua fluye con mayor facilidad. Si se elimina repentinamente la presión del agua, las aletas seguirán girando un rato, arrastrando agua, hasta que finalmente dejen de girar y el agua deje de fluir.

No te preocupes por los entresijos de las corrientes inducidas, la expansión y contracción de los campos magnéticos, etc. Solo recuerda algunos aspectos sobre los inductores:

- ✓ Un inductor se opone (resiste) a los cambios de corriente.
- ✓ Un inductor actúa como un circuito abierto cuando se aplica CC por primera vez, es decir, no fluye corriente inmediatamente y todo el voltaje de la fuente cae a través del inductor.
- ✓ Un inductor eventualmente actúa como un cortocircuito en los circuitos de CC, es decir, cuando toda la magia del campo magnético se calma, el voltaje es cero y el inductor permite que pase toda la corriente de CC.

Cálculo de la constante de tiempo RL

Se puede calcular el tiempo (en segundos) que tarda la corriente que fluye a través de un inductor en un circuito resistencia-inductor en alcanzar un valor de CC estable. Para ello, se utiliza*Constante de tiempo RL,*T,Esto indica cuánto tarda el inductor en conducir aproximadamente dos tercios de la corriente continua constante resultante de la aplicación de un voltaje a través de la combinación resistencia-inductor en serie. La fórmula es la siguiente:

$$= \frac{Yo}{R}$$

Así como la constante de tiempo RC en los circuitos RC (sobre la que puede leer en el Capítulo 7) le da una idea de cuánto tiempo tarda un capacitor en cargarse a su capacidad máxima, la constante de tiempo RL le ayuda a determinar cuánto tiempo tardará un inductor en conducir completamente una corriente CC: la corriente continua se estabiliza en un valor constante después de aproximadamente cinco constantes de tiempo RL.

Mantenerse al día con la corriente alterna (¡o no!)

Al aplicar una tensión de CA a un circuito con un inductor, este resiste cualquier cambio en la corriente de la fuente. Si se varía constantemente la tensión de alimentación a una frecuencia muy alta, el inductor se opondrá a los cambios repentinos de corriente. En el extremo superior del espectro de frecuencias, no fluye corriente porque el inductor simplemente no puede reaccionar con la suficiente rapidez al cambio de corriente.

Imagínate parado entre dos bandejas de postres muy tentadoras. Quieres probar cada una, pero no te decides por cuál probar primero. Empiezas corriendo hacia una, pero cambias de opinión rápidamente, te das la vuelta y empiezas a correr hacia la otra. Luego cambias de opinión de nuevo, así que te giras y empiezas a correr hacia la primera, y así sucesivamente. Cuanto más rápido cambias de opinión, más te quedas en el medio, sin llegar a ninguna parte (ni a ningún postre). Esos postres tentadores te hacen actuar como los electrones en un inductor cuando se aplica una señal de alta frecuencia al circuito: ni tú ni los electrones avanzan.

Comportarse de manera diferente según la frecuencia

Al igual que los condensadores, los inductores en un circuito de CA actúan de forma diferente según la frecuencia del voltaje aplicado. Dado que la corriente que pasa por un inductor se ve afectada por la frecuencia, las caídas de voltaje en el inductor y otros componentes del circuito también se ven afectadas por la frecuencia. Este comportamiento dependiente de la frecuencia constituye la base de funciones útiles, como*filtros,*Son circuitos que permiten el paso de algunas frecuencias a otra etapa del circuito, mientras que bloquean otras. Al ajustar los graves y los agudos de su sistema estéreo, utiliza filtros.

A continuación se muestran algunos tipos comunes de filtros:

- ✓ **Filtros de paso bajo**Son circuitos que permiten que las frecuencias más bajas pasen de la entrada a la salida mientras bloquean las frecuencias por encima de un valor determinado.*frecuencia de corte*.
- ✓ **Filtros de paso alto**Son circuitos que permiten el paso de señales de mayor frecuencia mientras bloquean frecuencias por debajo de la frecuencia de corte.
- ✓ **Filtros de paso de banda**Son circuitos que permiten pasar una banda de frecuencias, entre una frecuencia de corte inferior y una frecuencia de corte superior.
- ✓ **Filtros de rechazo de banda**Son circuitos que permiten el paso de todas las frecuencias, excepto una banda específica. Se puede usar un filtro de este tipo para filtrar el zumbido no deseado de una línea eléctrica de 60 Hz, siempre que se conozca el rango de frecuencia del zumbido.

Dado que los inductores dejan pasar la CC y bloquean cada vez más la CA a medida que aumenta la frecuencia, son filtros paso bajo naturales. En el capítulo 7, descubrirá que los condensadores bloquean las señales de CC y permiten el paso de las señales de CA, por lo que (como podrá suponer) son filtros paso alto naturales. En el diseño de filtros electrónicos —un tema complejo que escapa al alcance de este libro—, los componentes se seleccionan cuidadosamente para controlar con precisión qué frecuencias pueden pasar a la salida.

Los inductores son una especie de alter egos de los condensadores. Los condensadores se oponen a los cambios de tensión; los inductores, a los cambios de corriente. Los condensadores bloquean la CC y dejan pasar cada vez más CA a medida que aumenta la frecuencia; los inductores dejan pasar la CC y dejan pasar cada vez más CA a medida que aumenta la frecuencia.

Usos de los inductores

Los inductores se utilizan principalmente en circuitos sintonizados para seleccionar o rechazar señales de frecuencias específicas y para bloquear (o estrangular) señales de alta frecuencia, como la eliminación de interferencias de radiofrecuencia (RF) en transmisiones por cable. En aplicaciones de audio, los inductores también se utilizan comúnmente para eliminar el zumbido de 60 Hz conocido como*ruido*(A menudo creados por líneas eléctricas cercanas). Aquí hay una lista que explica algunas de las cosas asombrosas que una simple bobina de alambre puede hacer:

- ✓ **Filtrado y ajuste:**Al igual que los condensadores, los inductores pueden utilizarse para seleccionar o rechazar ciertas señales eléctricas según su frecuencia. Se suelen emplear para sintonizar frecuencias objetivo en sistemas de recepción de radio.
- ✓ **Motores de CA:**En un motor de inducción de CA, dos pares de bobinas se energizan mediante una fuente de alimentación de CA (50 o 60 Hz), lo que crea un campo magnético que luego induce una corriente en un rotor ubicado en el centro del campo magnético.
  Esa corriente crea entonces otro campo magnético que se opone al campo magnético original, lo que hace que el rotor gire. Los motores de inducción se utilizan comúnmente en ventiladores y electrodomésticos.

- ✓ **Bloqueo de CA:**A*ahogo*Es un inductor que impide que una señal pase a través de él a otra parte del circuito. Los choques se utilizan a menudo en sistemas de transmisión de radio para evitar que la señal transmitida (una forma de onda de CA) se cortocircuite a través de la fuente de alimentación. Al impedir que la señal viaje a tierra, un choque permite que la señal siga su camino hasta la antena, donde puede transmitirse.
- ✓ **Sensores sin contacto:**Muchos sensores de semáforo utilizan un inductor para activar el cambio de luz. Varios metros antes de la intersección, en la calle, se encuentra un bucle inductivo compuesto por varias espiras de una bobina gigante de aproximadamente dos metros de diámetro. Este bucle está conectado a un circuito que controla el semáforo. A medida que su coche pasa por el bucle, la parte inferior de acero del vehículo modifica el flujo magnético del bucle. El circuito detecta este cambio y le da luz verde. Los detectores de metales utilizan inductores de forma similar para detectar la presencia de objetos magnéticos o metálicos.
- ✓ **Suavizando la corriente:**Los inductores se pueden utilizar para reducir las fluctuaciones de corriente (ondulación) en una fuente de alimentación. Al variar la corriente, el flujo magnético alrededor de la bobina cambia y se induce una contratensión a través del inductor, lo que genera un flujo de corriente opuesto a la corriente principal.

Uso de inductores en circuitos

El cable que compone un inductor suele estar aislado para evitar cortocircuitos involuntarios entre las espiras. Los inductores también pueden ser...*protegido,*o encerrados en una carcasa de metal no ferroso (normalmente latón o aluminio), para evitar que las líneas de flujo magnético se filtren cerca de otros componentes del circuito. Se utiliza un inductor blindado cuando no se desea inducir tensiones o corrientes en otros elementos del circuito. Se utiliza un inductor (o bobina) sin blindaje cuando se desea afectar a otros elementos del circuito. Analizo el uso de bobinas sin blindaje en circuitos en la sección posterior "Influenciando la bobina de al lado: Transformadores".

Lectura de valores de inductancia

El valor de un inductor suele estar marcado en su encapsulado utilizando la misma técnica de codificación por colores que se utiliza para las resistencias, que puede consultar en el Capítulo 5. A menudo, el valor de los inductores más grandes está impreso directamente en los componentes. Los inductores de menor valor se parecen mucho a las resistencias de baja potencia; incluso, estos inductores y resistencias tienen marcas de codificación por colores similares. Los inductores de mayor valor vienen en una variedad de tamaños y formas, cada uno con ventajas y desventajas en términos de rendimiento, costo y otros factores.

Los inductores pueden ser fijos o variables. En ambos casos, se enrolla un trozo de alambre alrededor de un núcleo. El número de vueltas del alambre, el material del núcleo, el diámetro del alambre y la longitud de la bobina determinan el valor numérico del inductor. Los inductores fijos tienen un valor constante; los variables tienen valores ajustables. El núcleo de un inductor puede estar hecho de aire, ferrita de hierro o

Cualquier otro material (incluido el de su automóvil). El aire y la ferrita son los materiales de núcleo más comunes.

Combinación de inductores blindados

Es probable que no uses inductores en los circuitos electrónicos básicos que configures, pero podrías encontrarte con diagramas de circuitos de fuentes de alimentación y otros dispositivos que incluyan múltiples inductores. Por si acaso, deberías saber calcular la inductancia equivalente de combinaciones de inductores blindados para tener una idea clara del funcionamiento del circuito.

Los inductores en serie se suman, al igual que las resistencias:

$$L_{serie} = L1 + L2 + L3 + \ldots$$

Al igual que las resistencias, los inductores en paralelo se combinan sumando los recíprocos de cada inductancia individual y luego calculando el recíproco de esa suma. (Quizás recuerdes de la clase de matemáticas que el recíproco es el inverso multiplicativo de un número, o el número por el que se multiplica para que el resultado sea 1. Por lo tanto, para cualquier entero x, 1/x es su recíproco).

$$L_{paralelo} = \frac{1}{\frac{1}{L1} + \frac{1}{L2} + \frac{1}{L3} + \ldots}$$

Otra forma de expresar la ecuación anterior es

$$\frac{1}{L_{paralelo}} = \frac{1}{L1} + \frac{1}{L2} + \frac{1}{L3} + \ldots$$

Si solo tienes dos inductores en paralelo, puedes simplificar esta ecuación de la siguiente manera:

$$L_{paralelo} = \frac{L1 \times L2}{L1 + L2}$$

Sintonizando transmisiones de radio

Los inductores son filtros paso bajo naturales y los condensadores son filtros paso alto naturales. ¿Qué ocurre al conectarlos al mismo circuito? Como se puede suponer, los inductores y los condensadores suelen usarse juntos en circuitos de sintonización para sintonizar la frecuencia de transmisión de una emisora de radio específica.

Resonando con circuitos RLC

Observe el circuito RLC en la Figura 8-7. Ahora imagine qué sucede con la corriente, *i*, que fluye a través del circuito a medida que varía la frecuencia de la señal de entrada, *v*. Debido a que el capacitor bloquea la CC y permite que fluya cada vez más corriente alterna (CA) a medida que aumenta la frecuencia, la entrada de baja frecuencia

en

Las señales tienden a silenciarse. Dado que el inductor deja pasar CC y bloquea cada vez más CA a medida que aumenta la frecuencia, las señales de entrada de alta frecuencia también se silencian. ¿Qué sucede con las frecuencias intermedias? Bueno, se permite el paso de cierta corriente, y la mayor corriente fluye cuando la señal de entrada se encuentra en una frecuencia específica, conocida como...*frecuencia de resonancia*.

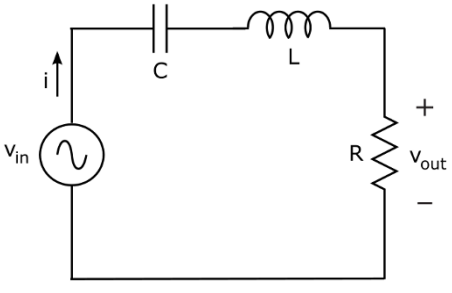


Figura 8-7: Un circuito RLC tiene una frecuencia resonante, en la que fluye la corriente máxima.

El valor de la frecuencia de resonancia, F_o, depende de los valores de la inductancia (L) y la capacitancia (C), como sigue:

$$_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Se dice que el circuito es*resonar*en esa frecuencia particular, y por eso se le conoce como *circuito resonante.*La figura 8-8 muestra un gráfico de frecuencia de la corriente que pasa por el circuito; observe que la corriente es más alta en la frecuencia de resonancia.

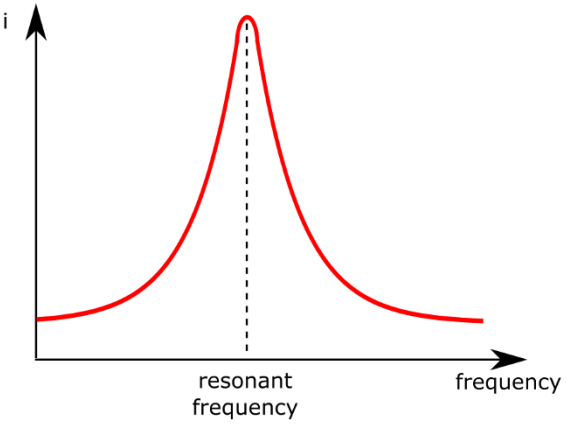


Figura 8-8: La corriente en un circuito RLC en serie es más alta en la frecuencia de resonancia.

Los receptores de radio analógicos utilizan circuitos RLC para permitir el paso de una sola frecuencia a través del circuito. Este proceso se conoce como *sintonizando* a la frecuencia; utilizado de esta manera, el circuito se conoce como *circuito de sintonización.* Se utiliza un condensador variable para ajustar la frecuencia de resonancia, lo que permite sintonizar diferentes estaciones que transmiten en distintas frecuencias. La perilla que permite ajustar la capacitancia está conectada a la perilla de sintonización de la radio.

Un ecualizador gráfico utiliza una serie de circuitos de sintonización para separar una señal de audio en varias bandas de frecuencia. Los controles deslizantes del ecualizador permiten ajustar la ganancia (amplificación) de cada banda de frecuencia de forma independiente. En una etapa posterior del circuito, las bandas individuales se recombinan en una sola señal de audio, personalizada a su gusto, que se envía a los altavoces.

Al desplazar ligeramente los componentes, se pueden crear diversas configuraciones de filtros. Por ejemplo, al colocar la resistencia, el inductor y el condensador en paralelo, se crea un circuito que produce...*mínimo* Corriente a la frecuencia de resonancia. Este tipo de circuito resonante neutraliza esa frecuencia, permitiendo el paso de todas las demás, y se utiliza para crear filtros de banda eliminada.. Es posible que encuentre un circuito que filtre el zumbido de 60 Hz que los equipos electrónicos a veces captan de una línea eléctrica cercana.

Garantizar una resonancia sólida como una roca con cristales

Si cortas un cristal de cuarzo de la manera correcta, le montas dos cables y lo encierras en un paquete herméticamente sellado, has creado un único componente que actúa como un combo RLC en un circuito RLC, resonando a una frecuencia particular. *cristales de cuarzo,* o simplemente *cristales,* Se utilizan en circuitos para generar una señal eléctrica a una frecuencia muy precisa. La Figura 8-9 muestra el símbolo de circuito de un cristal, denominado XTAL en los esquemas.

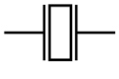


Figura 8-9: Circuito símbolo para un cristal.

Los cristales funcionan gracias a algo llamado *efecto piezoeléctrico.* Si se aplica un voltaje de la manera correcta a un cristal de cuarzo, este vibra a una frecuencia específica, conocida como frecuencia de resonancia. Si se retira el voltaje aplicado, el cristal continúa vibrando hasta que recupera su forma anterior. Al vibrar, genera un voltaje a la frecuencia de resonancia.

Quizás esté familiarizado con las pastillas piezoeléctricas de guitarra, que utilizan cristales para convertir las vibraciones mecánicas generadas por las cuerdas en señales eléctricas, que luego se amplifican. Y si es anterior a la tecnología del disco compacto (CD), quizá le interese saber que las agujas de los fonógrafos utilizaban el efecto piezoeléctrico para convertir las fluctuaciones de una pista de vinilo en energía eléctrica.

La frecuencia de resonancia de un cristal depende de su grosor y tamaño, y se pueden encontrar cristales con frecuencias de resonancia que van desde unas pocas decenas de kilohercios hasta decenas de megahercios. Los cristales son más precisos y...

Son más fiables que las combinaciones de condensadores e inductores, pero tienen un inconveniente: suelen ser más caros. Encontrará cristales utilizados en circuitos llamados *osciladores*Para generar señales eléctricas a una frecuencia muy precisa. Los osciladores son responsables del tictac que controla los relojes de pulsera de cuarzo y los circuitos integrados digitales (que analizo en el capítulo 11), así como de controlar la precisión de los equipos de radio.

Un cristal de cuarzo tiene una precisión de aproximadamente el 0,001 % de su frecuencia de resonancia indicada. (¡Por eso vale la pena invertir un poco más!). También puede que haya oído hablar de los resonadores cerámicos, que funcionan de la misma manera, pero son más económicos y no tan precisos como el cuarzo. Los resonadores cerámicos tienen una tolerancia de frecuencia del 0,5 %, lo que significa que la frecuencia de resonancia real puede variar hasta un 0,5 % por encima o por debajo de su frecuencia de resonancia indicada, y se utilizan en muchos dispositivos electrónicos de consumo, como televisores, cámaras y juguetes.

Influenciando la bobina de al lado: Transformadores

Los inductores utilizados en circuitos de sintonización están blindados para que el campo magnético que producen no interactúe con otros componentes del circuito. Las bobinas sin blindaje a veces se colocan cerca unas de otras con el propósito expreso de permitir que sus campos magnéticos interactúen. En esta sección, describo cómo interactúan las bobinas sin blindaje y cómo se puede aprovechar su interacción para realizar algunas funciones útiles con un dispositivo electrónico conocido como...*transformador.*

Permitir que las bobinas sin blindaje interactúen

Cuando se colocan dos bobinas sin blindaje cerca una de la otra, el campo magnético variable creado como resultado del paso de CA a través de una bobina induce un voltaje en esa bobina.*así como en la otra bobina. Inductancia mutua*es el término utilizado para describir el efecto de inducir un voltaje en otra bobina, mientras que*autoinducción* Se refiere al efecto de inducir un voltaje en la misma bobina que produjo inicialmente el campo magnético variable. Cuanto más cerca estén las bobinas, más fuerte será la interacción. La inductancia mutua puede aumentar o disminuir la autoinductancia de cada bobina, dependiendo de cómo se alineen los polos norte y sur de los inductores.

Si tiene una bobina sin blindaje en un circuito y la coloca cerca de otra bobina sin blindaje en otro circuito, las bobinas interactuarán. Al pasar una corriente a través de una bobina, provocará que se induzca un voltaje en la bobina vecina, aunque esté en un circuito separado y sin conexión. Esto se conoce como *acción del transformador.*

A*transformador*Es un dispositivo electrónico que consta de dos bobinas enrolladas alrededor del mismo material de núcleo, de modo que se maximiza la inductancia mutua. La corriente que pasa por una bobina, conocida como...*primario,*induce un voltaje en la otra bobina, conocida como*secundario.*El trabajo de un transformador es transferir energía eléctrica de un circuito a otro.

Los símbolos de circuito para un transformador de núcleo de aire y un transformador de núcleo sólido, respectivamente, se muestran en la Figura 8-10.

Figura 8-10: Circuito símbolos para un transformador de núcleo de aire y un transformador de núcleo sólido.

Aislamiento de circuitos de una fuente de energía

Si el número de vueltas de cable en el devanado primario de un transformador es el mismo que el número de vueltas en el devanado secundario, teóricamente, todo el voltaje La edad en el primario se inducirá en el secundario. Esto se conoce como *Transformador 1:1,* porque hay una relación 1:1 (léase "uno a uno") entre las dos bobinas. (En realidad, ningún transformador es perfecto, o *sin pérdidas,* y parte de la energía eléctrica se pierde en la traducción).

Un transformador 1:1 también se conoce como *transformador de aislamiento,* y se usa comúnmente para separar eléctricamente dos circuitos, permitiendo que la alimentación de CA o una señal de CA de uno se alimente al otro. El primer circuito generalmente contiene la fuente de alimentación y el segundo, la carga. (En el Capítulo 1, descubrirá que... *carga* es el destino de la energía eléctrica, o aquello en lo que finalmente desea realizar el trabajo, como el diafragma de un altavoz). Es posible que desee aislar los circuitos para reducir el riesgo de descargas eléctricas o para evitar que un circuito interfiera con el otro.

Aumentar y reducir voltajes

Si el número de espiras del devanado primario de un transformador no coincide con el número de espiras del devanado secundario, la tensión inducida en el secundario será diferente de la tensión en el primario. Ambas tensiones serán proporcionales entre sí, y la proporción se determinará por la relación entre el número de espiras del secundario y el número de espiras del primario, como se indica a continuación:

$$\frac{V_S}{V_{PAG}} = \frac{norte_S}{norte_{PAG}}$$

En esta ecuación, V_S es el voltaje inducido en el secundario, V_{PAG} es el voltaje a través del primario, $norte_S$ es el número de vueltas en el secundario, y $norte_{PAG}$ es el número de vueltas en el primario.

Digamos, por ejemplo, que el secundario consta de 200 vueltas de cable, el doble que el primario, que consta de 100 vueltas. Si se aplica una tensión de CA con un valor pico de 50 V al primario, la tensión pico inducida en el secundario será de 100 V, o el doble del valor de la tensión pico en el primario. Este tipo de transformador se conoce como *transformador elevador,* porque aumenta el voltaje del primario al secundario.

Si, en cambio, el secundario consta de 50 vueltas de cable y el primario de 100, la misma señal de CA aplicada al mismo primario tiene un resultado diferente: el voltaje pico en el secundario sería de 25 V, o la mitad del voltaje del primario. Esto se conoce como *transformador reductor,* por razones obvias.

En cada caso, la potencia aplicada al devanado primario se transfiere al secundario. Dado que la potencia es el producto de la tensión y la corriente. *PVI*, el (*actual* ×) inducida en el devanado secundario es inversamente proporcional a la *Voltaje* Inducida en el secundario. Por lo tanto, un transformador elevador incrementa el voltaje mientras reduce la corriente; un transformador reductor reduce el voltaje mientras aumenta la corriente.

Los transformadores elevadores y reductores se utilizan en sistemas de transmisión de energía eléctrica. La electricidad generada en una central eléctrica se eleva a tensiones de 110 kV, 1 (kV o 1000 V o más, se transporta a largas distancias hasta una subestación y luego se reduce a tensiones más bajas para su distribución a los clientes.

9

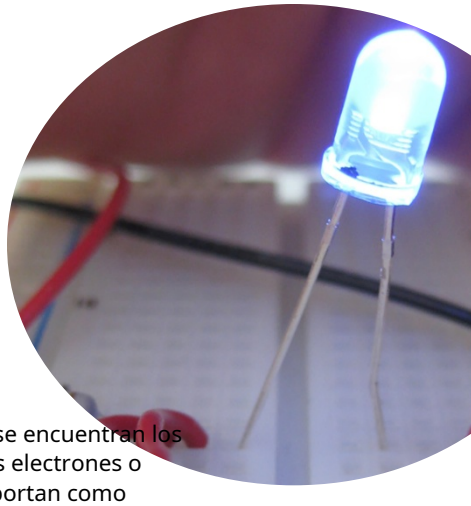
Sumergiéndonos en los diodos

En este capítulo

- Echando un vistazo al interior de un semiconductor
- Fusionar dos semiconductores para formar un diodo
- Dejar que la corriente fluya en esta dirección pero no en aquella

Los semiconductores son la base de casi todos los sistemas electrónicos importantes que existen hoy en día, desde el marcapasos programable hasta el teléfono inteligente y el transbordador espacial. Es asombroso pensar que dispositivos semiconductores diminutos sean responsables de impulsar enormes avances en la medicina moderna, la exploración espacial, la automatización industrial, los sistemas de entretenimiento doméstico, las comunicaciones y muchas otras industrias.

El tipo más simple de dispositivo semiconductor, llamado *diodo,* Se puede fabricar para conducir o bloquear la corriente eléctrica y permitir su paso.
en una dirección pero no en la otra, dependiendo de cómo lo controle eléctricamente.



Este capítulo explica qué son los semiconductores, cómo lograr que conduzcan corriente y cómo combinar dos semiconductores para crear un diodo. A continuación, obtendrá una visión directa del comportamiento de los diodos, similar al de una válvula, y verá cómo aprovechar este comportamiento para lograr resultados asombrosos en los circuitos.

¿Estamos dirigiendo o no?

En algún punto intermedio entre aislantes y conductores se encuentran los materiales que parecen incapaces de decidir si retener sus electrones o dejarlos vagar libremente. Estos *semiconductores* se comportan como conductores en algunas condiciones y como aislantes en otras, lo que les confiere capacidades únicas.

Con un dispositivo fabricado con materiales semiconductores, como el silicio o el germanio, se puede controlar con precisión el flujo de portadores de carga eléctrica en un área del dispositivo ajustando un voltaje en otra área del dispositivo. Para

Por ejemplo, al ajustar el voltaje a través de un diodo semiconductor de dos terminales (ver Figura 91), puede permitir que la corriente fluya en una dirección mientras bloquea su flujo en la otra dirección, tal como una válvula de retención.

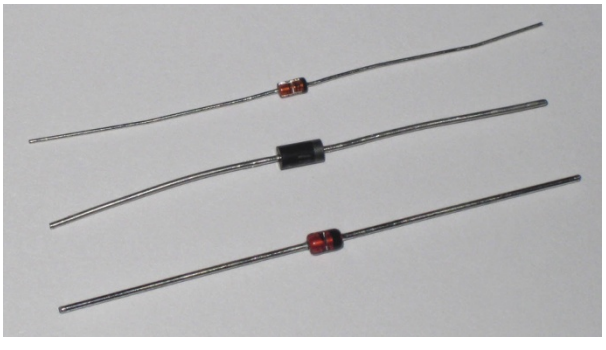


Figura 9-1: Los diodos son dispositivos semiconductores de dos terminales similares en tamaño y forma a las resistencias.

Dimensionamiento de semiconductores

Los átomos de los materiales semiconductores se alinean de manera estructurada, formando un patrón tridimensional regular (un cristal), como se muestra en la Figura 92. Los átomos en el cristal se mantienen unidos por un enlace especial, llamado *enlace covalente,* con cada átomo compartiendo sus electrones más externos (conocidos como *electrones de valencia*) con sus vecinos.

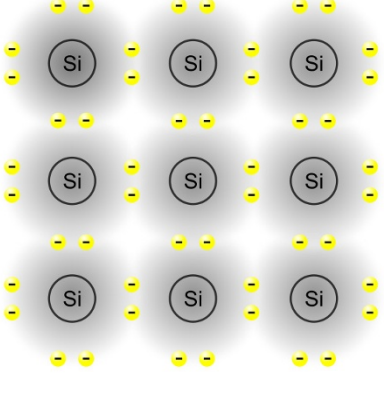


Figura 9-2: El silicio y otros materiales semiconductores contienen fuertes enlaces covalentes que mantienen unidos a los átomos en una estructura cristalina. (Solo se muestran los electrones más externos).

Precisamente debido a esta singular unión y compartición de electrones, el cristal semiconductor actúa como aislante la mayor parte del tiempo. Cada átomo cree tener más electrones de valencia de los que realmente tiene, y estos electrones permanecen cerca de su núcleo. (Este comportamiento es muy diferente al de un átomo conductor típico, que a menudo tiene un solo electrón de valencia que cree estar libre para moverse).

Creación de tipos N y tipos P

Un semiconductor puro puede alterarse para cambiar sus propiedades eléctricas. La explicación exacta de este proceso, que se denomina...*dopaje*(Relájate; no tiene nada que ver con los esteroides), implica una física fascinante en la que no entraré aquí. Pero la conclusión es esta: el dopaje crea variantes de materiales semiconductores que (dependiendo del tipo específico de dopaje) tienen*más*electrones o *menos*electrones que el material semiconductor puro. Estas variantes son las siguientes:

- ✓ **semiconductores de tipo N**Tienen más electrones, que se consideran externos, incapaces de penetrar en los enlaces covalentes. Los tipos N reciben su nombre de estos electrones rechazados (portadores de carga negativa), que se mueven dentro del cristal.
- ✓ **semiconductores de tipo P**tienen menos electrones, dejando*agujeros*En la estructura cristalina, donde solían estar los electrones, los huecos no permanecen quietos por mucho tiempo, ya que los electrones vecinos tienden a ocuparlos, dejando nuevos huecos en otros lugares, que son rápidamente ocupados por más electrones, creando más huecos, y así sucesivamente. El resultado final es que estos huecos parecen moverse dentro del cristal. Dado que los huecos representan la ausencia de electrones, se pueden considerar cargas positivas. Los tipos P se llaman así debido a estos portadores de carga positiva.

El proceso de dopaje aumenta la conductividad de los semiconductores. Si se aplica una fuente de voltaje a un semiconductor de tipo N o de tipo P, los electrones se mueven a través del material desde el voltaje más negativo hacia el voltaje más positivo. (En el caso de los semiconductores de tipo P, esta acción se describe como un movimiento de huecos desde el voltaje más positivo hacia el voltaje más negativo). En otras palabras, los semiconductores de tipo N y de tipo P actúan como conductores, permitiendo que la corriente fluya en respuesta a un voltaje aplicado.

Uniendo tipos N y tipos P para crear componentes

Aquí es donde las cosas se ponen interesantes: cuando se fusionan un semiconductor tipo N y uno tipo P, la corriente puede fluir a través del semiconductor resultante.*unión pn*— pero sólo en una dirección.

El flujo de corriente depende de la dirección en la que se aplique el voltaje. Si se conecta el terminal positivo de una batería al material de tipo P y el terminal negativo al material de tipo N, la corriente fluirá (siempre que el voltaje aplicado supere un mínimo determinado y no supere un máximo determinado). Sin embargo, si se invierte la batería, la corriente no fluirá (a menos que se aplique un voltaje muy alto).

La forma exacta en que se combinan estos semiconductores de tipo N y tipo P determina en qué tipo de dispositivo semiconductor se convierten y cómo permiten que la corriente fluya (o no) cuando se aplica voltaje. La unión p-n es la base de...*estado sólido*Electrónica, que implica dispositivos electrónicos fabricados con materiales sólidos e inmóviles, en lugar de los antiguos tubos de vacío. Los semiconductores han sustituido a la mayoría de los tubos de vacío en la electrónica.

Formación de un diodo de unión

Un semiconductor*diodo*Es un dispositivo electrónico de dos terminales que consta de una sola unión pn. (Véase la Figura 93). Los diodos actúan como válvulas unidireccionales, permitiendo que la corriente fluya en una sola dirección cuando se les aplica un voltaje. Esta capacidad a veces se denomina*rectificando*propiedad.

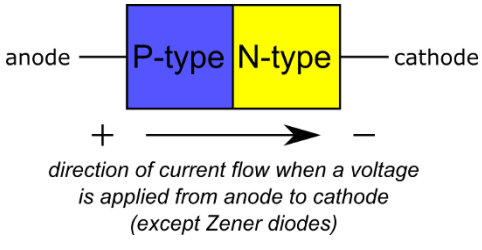


Figura 9-3: Un diodo está formado por una única unión pn.

Se hace referencia al lado P de la unión pn en un diodo como*ánodo*y el lado N como el*cátodo*En la mayoría de los diodos, si se aplica un voltaje más positivo al ánodo y uno más negativo al cátodo, la corriente fluirá del ánodo al cátodo. Si se invierte el voltaje, el diodo no conducirá corriente. (Los diodos Zener son una excepción; para más detalles, consulte en este capítulo la sección "Regulación de voltaje con diodos Zener").

En electrónica,*actual*Se refiere a la corriente convencional, que es justo lo opuesto al flujo real de electrones. Por lo tanto, cuando se dice que la corriente (convencional) fluye del ánodo al cátodo, los electrones se mueven del cátodo al ánodo.

Puedes pensar en la unión dentro de un diodo como una colina y en la corriente como una pelota que estás intentando mover de un lado a otro de la colina: empujar la pelota hacia abajo de la colina (del ánodo al cátodo) es fácil, pero empujar la pelota hacia arriba de la colina (del cátodo al ánodo) es difícil.

Los diodos son cilíndricos, como las resistencias, pero no son tan coloridos como estas. La mayoría de los diodos tienen una raya u otra marca en un extremo, que representa el cátodo (véase la Figura 91). En los símbolos de circuito que se muestran en la Figura 94, el ánodo está a la izquierda (extremo ancho de la punta de flecha) y el cátodo a la derecha.

En diodos y LED estándar, la punta de flecha apunta en la dirección del flujo de corriente convencional. (En los diodos Zener, la corriente fluye en sentido inverso).

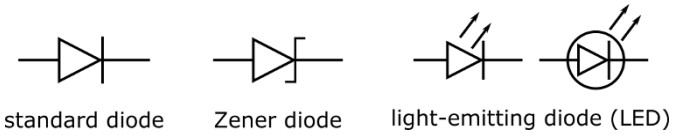


Figura 9-4:Símbolos de circuitos para diferentes tipos de diodos semiconductores.

Polarización del diodo

Cuando polarizas un diodo, aplicas un voltaje, conocido como*voltaje de polarización,* A través del diodo (de ánodo a cátodo), de modo que el diodo permite el flujo de corriente de ánodo a cátodo o lo bloquea. Un diodo estándar tiene dos modos básicos de funcionamiento:

- ✓ **Polarización directa (conducción):**Cuando se aplica un voltaje positivo suficientemente alto del ánodo al cátodo, el diodo se enciende (conduce corriente).

  Este voltaje mínimo de encendido se conoce como*voltaje directo,*Su valor depende del tipo de diodo. Un diodo de silicio típico tiene una tensión directa de aproximadamente 0,6 V a 0,7 V, mientras que la tensión directa de los diodos emisores de luz (LED) oscila entre 1,5 V y 4,6 V (según el color). (Consulte las especificaciones de los diodos que utilice en sus circuitos).

  Cuando el diodo está polarizado directamente, la corriente, conocida como *corriente directa,* Fluye fácilmente a través de la unión pn del ánodo al cátodo. Se puede aumentar la corriente que fluye por el diodo (hasta la corriente máxima que pueda manejar con seguridad), pero la caída de tensión directa no variará mucho.

- ✓ **Polarización inversa (no conductora):**Cuando un*voltaje inverso*(Si se aplica un voltaje negativo del ánodo al cátodo a través del diodo, se impide que fluya la corriente. (En realidad, una pequeña cantidad de corriente, en el*micras*Un rango fluirá.)

  Si el voltaje polarizado inversamente excede un cierto nivel (generalmente 50 V o más), el diodo se rompe y*corriente inversa*comienza a fluir del cátodo al ánodo. El voltaje inverso al que el diodo se rompe se conoce como*voltaje inverso pico*(PRV), o*voltaje inverso pico*(PIV).

La figura 95 muestra un diodo polarizado directamente que permite que la corriente fluya a través de una lámpara y un diodo polarizado inversamente que impide que la corriente fluya.

Por lo general, no se polariza inversamente un diodo a propósito (excepto si se usa un diodo Zener, que describo en la sección "Regulación de voltaje con diodos Zener", más adelante en este capítulo). Se puede polarizar inversamente un diodo accidentalmente al orientarlo incorrectamente en un circuito (véase la sección "¿Qué extremo está arriba?" más adelante en

este capítulo), pero no se preocupe: no dañará el diodo y simplemente puede reorientarlo. (Pero si excede el PRV, puede permitir que fluya demasiada corriente inversa, lo que puede dañar otros componentes del circuito).

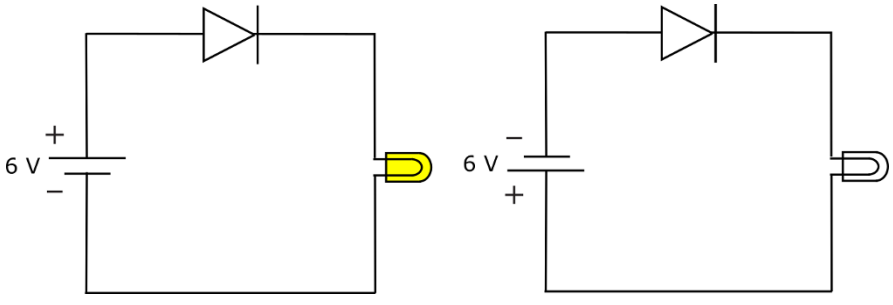


Figura 9-5: La batería de la izquierda polariza directamente el diodo, permitiendo el flujo de corriente. Al invertir la batería (derecha), se polariza inversamente el diodo, impidiendo el flujo de corriente.

Si no se aplica voltaje o se aplica un voltaje bajo (menor que el voltaje directo) a través de un diodo, es *imparcial*. (Eso no significa que el diodo no tenga prejuicios, solo significa que aún no has tomado ninguna medida con respecto al diodo).

En electrónica, el término *inclinación* Se refiere a un voltaje o corriente continua constante aplicados a un dispositivo o circuito electrónico para que funcione de cierta manera. Dispositivos como los transistores (que se describen en el capítulo 10) y los diodos son dispositivos no lineales. Es decir, la relación entre el voltaje y la corriente en estos dispositivos no es constante; varía en diferentes rangos de voltaje y corriente. Los diodos y transistores no son como las resistencias, que presentan una relación lineal (constante) entre el voltaje y la corriente.

Conducción de corriente a través de un diodo

Después de que la corriente comienza a circular por un diodo, la caída de tensión directa a través del diodo se mantiene bastante constante, incluso si se aumenta la corriente directa. Por ejemplo, la mayoría de los diodos de silicio tienen una tensión directa de entre 0,6 V y 0,7 V en un amplio rango de corrientes directas. Si se analiza un circuito con un diodo de silicio (como el circuito de la izquierda en la Figura 95), se puede asumir que la caída de tensión a través del diodo es de aproximadamente 0,7 V, incluso si se aumenta la tensión de la fuente de 6 V a 9 V. Al aumentar la tensión de la fuente, aumenta la corriente a través del circuito, pero la caída de tensión del diodo se mantiene, por lo que la mayor tensión de la fuente disminuye a través de la lámpara.

Por supuesto, todo componente electrónico tiene sus límites. Si se aumenta demasiado la corriente a través de un diodo, se generará mucho calor en él. En algún momento, la unión p-n se dañará por todo ese calor, así que hay que tener cuidado de no aumentar demasiado el voltaje de la fuente.

Clasificación de su diodo

La mayoría de los diodos no tienen valores como las resistencias y los condensadores. Un diodo simplemente controla el flujo de electrones, sin alterar la forma ni el tamaño de dicho flujo. Sin embargo, esto no significa que todos los diodos sean iguales. Los diodos estándar se clasifican según dos criterios principales: tensión inversa de pico (PRV) y corriente. Estos criterios guían la elección del diodo adecuado para un circuito específico, como se indica a continuación:

- ✓ El**Clasificación PRV**Indica la tensión inversa máxima que el diodo puede soportar antes de romperse. Por ejemplo, si el diodo tiene una tensión nominal de 100 V, no debería usarse en un circuito que le aplique más de 100 V. (Los diseñadores de circuitos incorporan un margen considerable por encima de la tensión nominal de la PRV para adaptarse a picos de tensión y otras condiciones. Por ejemplo, es habitual usar un diodo rectificador PRV de 1000 V en circuitos de alimentación de 120 V CA).
- ✓ El**calificación actual**Indica la corriente directa máxima que el diodo puede soportar sin sufrir daños. Un diodo de 3 A no puede conducir de forma segura más de 3 A sin sobrecalentarse y fallar.

Identificación con diodos

La mayoría de los diodos originarios de Norteamérica se identifican mediante códigos de cinco o seis dígitos que forman parte de un sistema de identificación estándar de la industria. Los dos primeros dígitos son siempre 1N para los diodos; el 1 especifica el número de uniones pn, la N significa semiconductor y los tres o cuatro dígitos restantes indican las características específicas del diodo. Un ejemplo clásico es la serie de diodos rectificadores identificados como 1N40.*xx*, dónde*xx*Podrían ser 00, 01, y así sucesivamente hasta 08. Tienen una clasificación de 1 amperio con clasificaciones PRV que varían de 50 a 1000 V, según el*xx*Número. Por ejemplo, el diodo rectificador 1N4001 tiene una potencia nominal de 1 A y 50 V, y el 1N4007 tiene una potencia nominal de 1 A y 1000 V. Los diodos del 1N54*xx*Las series tienen una clasificación de 3 A con clasificaciones PRV de 50 a 1000 V. Puede encontrar fácilmente dicha información en cualquier catálogo de componentes electrónicos o libro de referencia cruzada de datos de diodos, generalmente disponibles en línea. (A*libro de referencias cruzadas*(Le indica qué partes se pueden sustituir por otras, en caso de que una parte especificada en un diagrama de circuito no esté disponible en la fuente elegida).

Para hacerlo más interesante (y no menos confuso), algunos diodos usan el mismo esquema de codificación de colores en su empaque que las resistencias, pero en lugar de traducir el código a un valor (como la resistencia), el código de color simplemente proporciona el número de identificación del semiconductor del diodo. Por ejemplo, la secuencia de colores "marrón-naranja-rojo" indica la secuencia numérica "1-3-2", por lo que el diodo es un diodo de germanio 1N132. (Consulte la tabla de códigos de colores de las resistencias en el Capítulo 5).

¿Cuál extremo está arriba?

Al usar un diodo en un circuito, es fundamental orientarlo correctamente (hablaremos más sobre esto en breve). La raya u otra marca en el encapsulado del diodo corresponde al segmento de línea en el símbolo del circuito: ambos indican el cátodo, o terminal negativo, del diodo.

También puedes determinar qué extremo es qué midiendo la resistencia del diodo (antes de insertarlo en el circuito) con un ohmímetro o multímetro (que analizo en el Capítulo 16). El diodo tiene una resistencia baja cuando está polarizado directamente y una resistencia alta cuando está polarizado inversamente. Al aplicar el cable positivo del multímetro al ánodo y el cable negativo al cátodo, el multímetro está esencialmente polarizando directamente el diodo (porque cuando se usa para medir la resistencia, un multímetro aplica un pequeño voltaje a través de sus cables). Puedes medir la resistencia dos veces, aplicando los cables primero en un sentido y luego en el otro. El resultado de medición más bajo indica la condición de polarización directa.

Los diodos son como válvulas unidireccionales que permiten el flujo de corriente en una sola dirección. Si insertas un diodo al revés en un circuito, este no funcionará porque no circulará corriente o podrías dañar algunos componentes si superas el voltaje de pico inverso (PRV) y permites que la corriente fluya en sentido inverso, lo cual puede dañar componentes como los condensadores electrolíticos. Ten siempre en cuenta la orientación del diodo al usarlo en un circuito y compruébalo dos veces para asegurarte de que esté correctamente orientado.

Uso de diodos en circuitos

Encontrará varios tipos diferentes de diodos semiconductores diseñados para diversas aplicaciones en circuitos electrónicos.

Rectificación de CA

La Figura 96 muestra un circuito con un diodo de silicio, una resistencia y una fuente de alimentación de CA. Observe la orientación del diodo en el circuito: su ánodo (extremo positivo) está conectado a la fuente de alimentación. El diodo conduce corriente cuando está polarizado directamente, pero no si está polarizado inversamente. Cuando la fuente de CA es positiva (y proporciona al menos 0,7 V para polarizar directamente el diodo de silicio), el diodo conduce corriente; cuando la fuente de CA es inferior a 0,7 V, el diodo no conduce corriente. La tensión de salida es una versión recortada de la tensión de entrada; solo la parte de la señal de entrada que es superior a 0,7 V pasa a la salida.

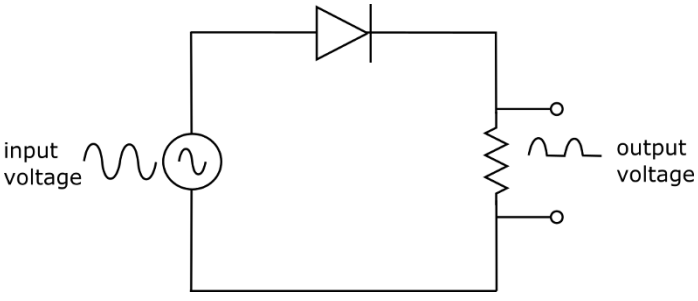


Figura 9-6: El diodo en este circuito corta la porción inferior del voltaje de la fuente de CA.

Si se invierte la orientación del diodo en el circuito, ocurre lo contrario. Solo la parte negativa del voltaje de entrada pasa a la salida:

- ✓ Cuando el voltaje de entrada es positivo, el diodo está polarizado inversamente y no fluye corriente.
- ✓ Cuando la entrada es suficientemente negativa (al menos –0,7 V), el diodo está polarizado directamente y fluye corriente.

Los diodos utilizados de esta manera —para convertir la corriente alterna en corriente continua variable (es continua porque la corriente fluye en una sola dirección, pero no es una corriente constante)— se denominan *diodos rectificadores,* o simplemente *rectificadores.* Los diodos rectificadores están diseñados para manejar corrientes que van desde varios cientos de miliamperios hasta unos pocos amperios, intensidades mucho mayores que las de uso general. *diodos de señal* Están diseñados para manejar corrientes de hasta solo unos 100 mA. Los rectificadores se utilizan principalmente de dos maneras:

- ✓ **Rectificación de media onda:** El uso de un solo diodo rectificador para recortar una señal de CA se conoce como *rectificación de media onda* porque convierte la mitad de la señal CA en CC.
- ✓ **Rectificación de onda completa:** Al disponer cuatro diodos en un circuito conocido como *rectificador de puente,* Puede convertir tanto las subidas como las bajadas (relativas a 0 V) de un voltaje de CA en solo subidas (consulte la Figura 97). Esto *rectificador de onda completa* es la primera etapa del circuito en un *fuente de alimentación lineal,* que convierte la corriente alterna (CA) en una fuente de alimentación de CC estable.

  Los rectificadores de puente son tan populares que puedes comprarlos como una única pieza de cuatro terminales, con dos cables para la entrada de CA y dos cables para la salida de CC.

Regulación de tensión con diodos Zener

diodos Zener Son diodos especiales diseñados para descomponerse. En realidad, son diodos altamente dopados que se descomponen a voltajes mucho más bajos que los diodos estándar. Al polarizar inversamente un diodo Zener, y el voltaje a través de él...

Cuando alcanza o supera su tensión de ruptura, el diodo Zener comienza repentinamente a conducir corriente en sentido inverso a través del diodo (del cátodo al ánodo). A medida que se aumenta la tensión de polarización inversa más allá del punto de ruptura, el diodo Zener continúa conduciendo cada vez más corriente, manteniendo una caída de tensión constante.

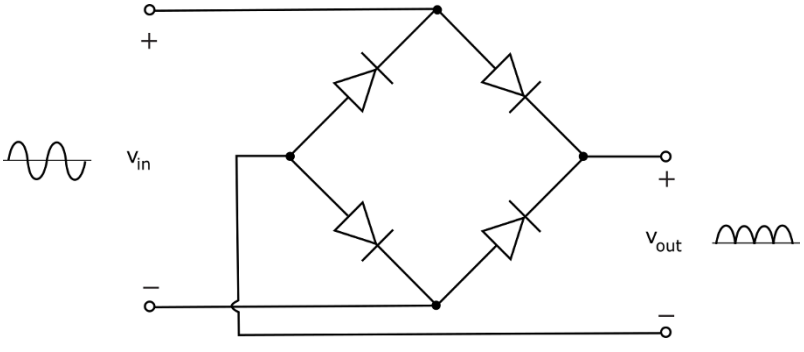


Figura 9-7: En un rectificador de puente, cuatro diodos transforman un voltaje o corriente CA en un voltaje o corriente puramente CC.

Tenga en cuenta estas dos clasificaciones importantes para los diodos Zener:

- ✓ El **tensión de ruptura,** comúnmente llamado el *Voltaje Zener,* Es la tensión de polarización inversa que provoca la ruptura del diodo y la conducción de la corriente. Las tensiones de ruptura, controladas por el proceso de dopaje de semiconductores, varían de 2,4 V a cientos de voltios.
- ✓ El **potencia nominal** te indica la potencia máxima (voltaje)×corriente) que el diodo Zener puede manejar. (Incluso los diodos diseñados para romperse pueden *en realidad* se descomponen si se exceden sus valores nominales de potencia).

Para ver el símbolo del circuito de un diodo Zener, consulte la Figura 94.

Debido a la alta eficiencia de los diodos Zener para mantener una tensión constante con polarización inversa, incluso con variaciones de corriente, se utilizan para regular la tensión en circuitos. En el circuito de la Figura 98, por ejemplo, se utiliza una fuente de alimentación de 9 V CC para alimentar una carga, y se coloca un diodo Zener de forma que la fuente de alimentación de CC supere la tensión de ruptura de 6,8 V. (Observe que esta tensión polariza inversamente el diodo). Dado que la carga está en paralelo con el diodo Zener, la caída de tensión en la carga es igual a la tensión Zener, que es de 6,8 V. La tensión de alimentación restante se reduce a través de la resistencia (cuya función es limitar la corriente que pasa por el diodo para que no se supere la potencia nominal).

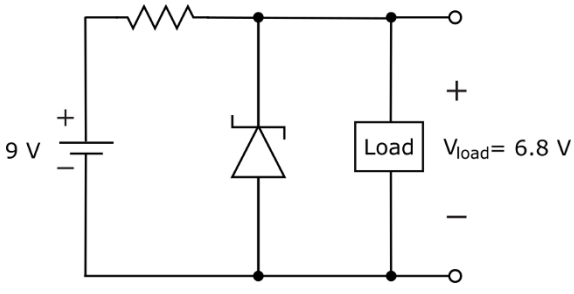


Figura 9-8: El diodo Zener estabiliza la caída de tensión a través de la carga en este circuito.

Esto es lo importante: si el voltaje de suministro varía hacia arriba o hacia abajo alrededor de su valor nominal de 9 V, la corriente en el circuito fluctuará. *pero el voltaje a través de la carga seguirá siendo el mismo*: una constante de 6,8 V. El diodo Zener permite fluctuaciones de corriente mientras estabiliza la tensión, mientras que la tensión de la resistencia varía a medida que fluctúa la corriente.

Ver la luz con LED

Todos los diodos liberan energía en forma de luz cuando están polarizados directamente. La luz emitida por los diodos de silicio estándar se encuentra en el rango infrarrojo, invisible para el ojo humano. *Diodos emisores de luz infrarroja (LED IR)* Se utilizan comúnmente en dispositivos de control remoto para enviar mensajes secretos (bueno, vale, invisibles) a otros dispositivos electrónicos, como su televisor o reproductor de DVD.

Diodos conocidos como *LED visibles* (o simplemente *LED*) están diseñados específicamente para emitir grandes cantidades de luz visible. Al variar los materiales semiconductores utilizados, los diodos pueden diseñarse para emitir luz en muchos colores, como rojo, naranja, amarillo, verde, azul, blanco e incluso rosa. (El Premio Nobel de Física de 2014 se otorgó a los investigadores Akasaki, Amano y Nakamura por la invención del LED azul en la década de 1990). Los LED bicolores y tricolores contienen dos o tres diodos diferentes en un solo encapsulado.

Consulte la Figura 94 para ver dos símbolos de circuito comunes para un LED. Observe que las flechas que apuntan hacia afuera representan la luz visible emitida por el diodo.

El diodo de un LED está alojado en una bombilla de plástico diseñada para enfocar la luz en una dirección específica. El cable conectado al cátodo es más corto que el del ánodo. En comparación con las bombillas incandescentes estándar, los LED son más duraderos y eficientes, funcionan a menor temperatura, alcanzan su máximo brillo mucho más rápido y duran mucho más. Los LED se utilizan comúnmente como luces intermitentes, luces de trabajo y luces navideñas, así como en faros de automóviles, pantallas (como despertadores) y televisores de alta definición.

La Figura 99 muestra un LED monocromático. El cable más corto suele estar conectado al cátodo (lado negativo). También puede identificar el cátodo mirando a través de la carcasa de plástico: la placa metálica más grande del interior es el cátodo y la más pequeña, el ánodo. (Es útil saberlo, sobre todo después de cortar los cables).

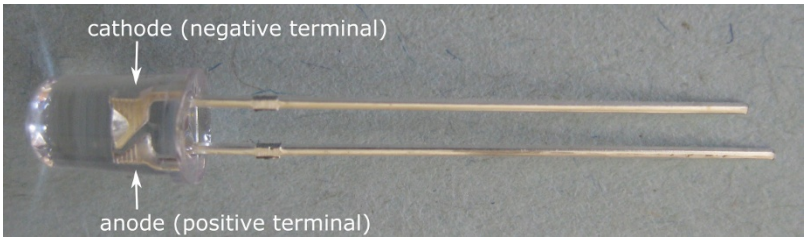


Figura 9-9: El cátodo (lado negativo) de un LED típico de un solo color está unido a la placa de metal más grande dentro de la carcasa de plástico y al cable más corto (hasta que se cortan los cables).

Los LED tienen las mismas especificaciones que los diodos estándar, pero suelen tener valores de corriente y tensión de protección (PRV) bastante bajos. Un LED típico tiene un valor de PRV de aproximadamente 5 V con una corriente máxima inferior a 50 mA. Si pasa más corriente de la especificada en su valor máximo, el LED se quema como un malvavisco en una fogata. Las tensiones directas varían según el tipo de LED; van desde 1,5 V para los LED IR hasta 3,4 V para los LED azules. Los LED rojos, amarillos y verdes suelen tener una tensión directa de aproximadamente 2,0 V. Asegúrese de revisar las especificaciones de cualquier LED que utilice en sus circuitos.

La corriente nominal máxima de un LED se conoce generalmente como corriente máxima. *corriente directa,* que es diferente de otra clasificación de LED, conocida como *corriente pico* o *corriente de pulso* La corriente de pico o de pulso, que es superior a la corriente directa máxima, es la corriente máxima absoluta que puede pasar a través del LED durante un período muy corto. Aquí, corto significa *corto*—En el orden de milisegundos. Si confundes la corriente directa con la corriente pico, podrías dañar tu LED.

Nunca conecte un LED directamente a una fuente de alimentación, ya que podría dañarlo instantáneamente. En su lugar, utilice una resistencia en serie con el LED para limitar la corriente directa. Por ejemplo, en el circuito de la Figura 910, se utiliza una batería de 9 voltios para alimentar un LED rojo. El LED tiene una caída de tensión directa de 2,0 V y una corriente nominal máxima de 24 mA. La caída de tensión en la resistencia es la diferencia entre la tensión de la fuente y la tensión directa del LED, o

V 2 V 7 V = La pregunta es, ¿qué tan grande debe ser la resistencia para limitar la corriente a 24 mA (es decir, 0,024 A) *o menos;* ¿Cuándo la tensión que cae en la resistencia es de 7 V? Se aplica la Ley de Ohm (que analizo en el Capítulo 6) a...

calcular el*mínimo*Valor de resistencia necesario para mantener la corriente por debajo de la corriente nominal máxima, como se indica a continuación:

$$R = \frac{V_R}{I_{máximo}}$$
$$= \frac{7 \text{ voltios}}{0{,}024 \text{ mA}}$$
$$\approx 292\,\Omega$$

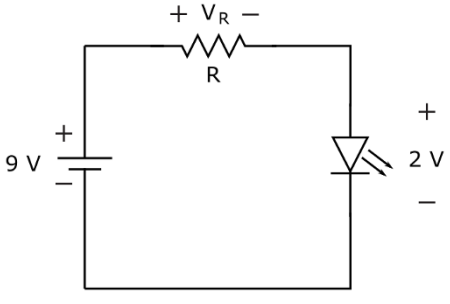


Figura 9-10: Asegúrese de insertar una resistencia en serie con un LED para limitar la corriente al LED.

Lo más probable es que no encuentres una resistencia con el valor exacto que calculaste, así que elige una resistencia estándar con un*más alto*Valor (como 330 Ω o 390 Ω) para limitar un poco más la corriente. Si elige un valor inferior (como 270 Ω), la corriente superará la corriente nominal máxima.

Encender un LED

El circuito de la Figura 911 está diseñado para demostrar el funcionamiento de encendido y apagado de un LED y cómo el aumento de la corriente fortalece la luz emitida por el diodo.

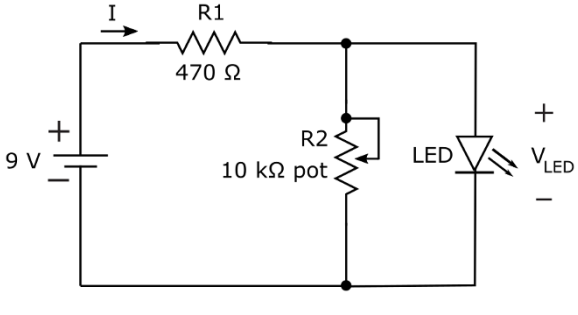


Figura 9-11: Utilice este circuito para encender y apagar un LED y para variar la intensidad de la luz.

Esto es lo que necesitas para construir este circuito:

- ✓ Una batería de 9 voltios y un clip de batería
- ✓ Una resistencia de 470 Ω 1/4 W (mínimo) (amarillo-violeta-marrón)
- ✓ Un potenciómetro de 10 kΩ con cables conectados
- ✓ Un LED rojo, amarillo o verde (de cualquier tamaño)
- ✓ Al menos un cable puente
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura

Puedes observar cómo se enciende el LED cuando el voltaje alcanza su voltaje directo usando un multímetro. Así es como se hace:

1. **Pon a cero los 10 kΩ olla.**

   Configura el multímetro en ohmios y conecta sus cables al potenciómetro. Asegúrate de conectar dos de los cables al hacerlo. Gira la perilla del potenciómetro completamente hasta que obtengas una lectura de 0 Ω (o aproximadamente 0 Ω).

2. **Construya el circuito, utilizando la Figura 9-12 como guía.**

   Mantenga los dos mismos cables de potenciómetro juntos para que el potenciómetro proporcione 0 ohmios de resistencia al circuito. Asegúrese de orientar el LED correctamente, con el cátodo (lado negativo) conectado al terminal negativo de la batería. (Recuerde que el cátodo tiene un cable más corto y una placa más grande dentro de la carcasa de plástico).

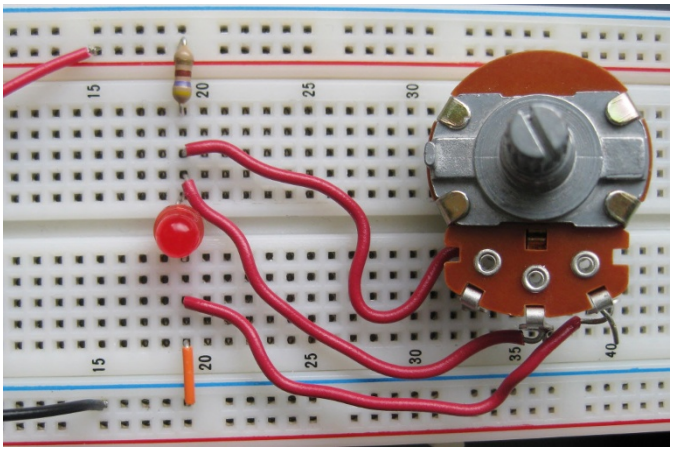


Figura 9-12: Al girar la perilla del potenciómetro, se varía el voltaje del LED. Cuando el voltaje supera los 2 V, este se enciende.

3. **Configure el multímetro en voltios CC con un rango de 10 V y coloque los cables a través del LED (cable rojo en el ánodo; cable negro en el cátodo).**

   ¿Está encendido el LED? ¿Qué voltaje obtienes? El voltaje del LED debería ser de solo unos pocos milivoltios, lo cual no es suficiente para encender el diodo.

4. **Ajuste el potenciómetro lentamente, sin perder de vista el LED. Cuando el LED se encienda, deje de ajustarlo.**

   Observa la lectura del multímetro. ¿El voltaje del LED está cerca de 2 V?

5. **Continúe ajustando el potenciómetro mientras observa el LED.**

   ¿Qué le pasa a la luz? (Debería brillar más).

6. **Ajuste el potenciómetro hasta 10 kΩ. Observe la intensidad del LED. Anote el voltaje en el multímetro.**

   ¿El voltaje del LED cambió mucho a medida que aumentó la intensidad de la luz?

Para entender por qué el LED se apagó cuando el potenciómetro se ajustó a 0 Ω y luego se encendió al aumentar la resistencia del potenciómetro, considere el circuito si retira el LED. El circuito es un divisor de tensión (descrito en el Capítulo 6), y la tensión en el potenciómetro (resistencia) *R2*) —que es lo mismo que el voltaje del LED— se da mediante una relación de la resistencia por el voltaje de suministro:

$$_{\text{condujo}} = \frac{R2}{R1 + R2} \times 9 \text{ voltios}$$

$$= \frac{R2}{470 + R2} \times 9 \text{ voltios}$$

Si la resistencia del potenciómetro es 0 Ω, el voltaje a través del LED es 0 V. A medida que aumenta *R2* (es decir, la resistencia del potenciómetro), el voltaje a través del LED aumenta. Cuando *R2* Cuando llega a cierto punto, el voltaje a través del LED aumenta lo suficiente para encenderlo. *V* sube a aproximadamente 2,0 V cuando *R2* aumenta a aproximadamente 134 Ω. (Conecte 134 para *R2* ¡en la ecuación anterior y compruébelo usted mismo!)

Por supuesto, su LED en particular puede encenderse con un voltaje ligeramente diferente, digamos en el rango de 1,7 V a 2,2 V. Si mide la resistencia del potenciómetro (después de quitarlo del circuito) en el punto en el que se enciende su LED, puede ver una resistencia ligeramente menor o mayor que 134 Ω.

También puedes observar la corriente que fluye a través del LED siguiendo estos pasos:

1. **Rompa el circuito entre el cátodo (lado negativo) del LED y el terminal negativo de la batería.**

2. **Configure su multímetro en amperios de CC e insértelo en serie en el punto donde interrumpió el circuito.**

   Asegúrese de que el cable rojo de su multímetro esté conectado al cátodo del LED y el cable negro de su multímetro esté conectado al terminal negativo de la batería para poder medir el flujo de corriente positivo.

3. **Comience con el potenciómetro girado completamente hacia Ω. A medida que sube el potenciómetro, observe la lectura actual.**

   Anote la lectura cuando el LED se enciende por primera vez. Luego, continúe ajustando el potenciómetro y observe las lecturas de corriente. Debería ver que la corriente aumenta a más de 14 mA a medida que la luz se intensifica.

Si tiene dos multímetros, mida simultáneamente el voltaje en el LED con uno (configurado en voltios de CC) y la corriente que circula por él con el otro (configurado en amperios de CC). Observe que el LED se enciende cuando su voltaje se acerca a 2,0 V, con una pequeña corriente circulando por él en ese momento. Al aumentar la corriente, la luz se vuelve más brillante, pero el voltaje se mantiene estable.

Otros usos de los diodos

Entre los muchos otros usos de los diodos en circuitos electrónicos se encuentran los siguientes:

- ✓ **Protección contra sobretensión:** Los diodos colocados en paralelo con un equipo electrónico sensible lo protegen de picos de tensión elevados. El diodo se coloca al revés, por lo que normalmente tiene polarización inversa, actuando como un circuito abierto y sin intervenir en el funcionamiento normal del circuito. Sin embargo, en condiciones anormales del circuito, si se produce un pico de tensión elevado, el diodo se polariza directamente, lo que limita la tensión en el componente sensible y deriva el exceso de corriente a tierra para evitar daños en el componente. (El diodo podría no tener la misma suerte).

- ✓ **Construcción de puertas lógicas:** Los diodos son los componentes básicos de circuitos especializados conocidos como *circuitos lógicos*, Procesan señales que constan únicamente de dos niveles de voltaje y que se utilizan para representar información binaria (como encendido/apagado, alto/bajo o 1/0) en sistemas digitales. Analizo la lógica con más detalle en el capítulo 11.

- ✓ **Dirección actual:** En ocasiones, los diodos se utilizan en sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS) para evitar que se extraiga corriente de una batería de respaldo en circunstancias normales, y al mismo tiempo permitir que se extraiga corriente de la batería durante un corte de energía.

10

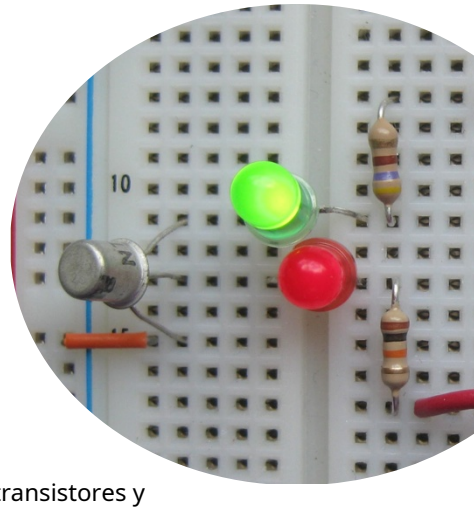
Tremendamente talentoso

Transistores

En este capítulo

- Revolucionando la electrónica con el diminuto transistor
- Comprender el funcionamiento del transistor
- Usando transistores como interruptores diminutos
- Impulsar las señales con transistores

Imagina el mundo sin el increíble componente electrónico conocido como transistor. Tu celular sería del tamaño de una lavadora, tu laptop no cabría en tu regazo (ni en una sola habitación), tu iPod sería solo una quimera, y tus acciones de Apple no valdrían nada.



Los transistores son el corazón de casi todos los dispositivos electrónicos del mundo, funcionando silenciosamente sin ocupar mucho espacio, generar mucho calor ni averiarse con frecuencia. Considerados generalmente como la innovación tecnológica más importante del siglo XX, los transistores se desarrollaron como alternativa al tubo de vacío, que impulsó el desarrollo de sistemas electrónicos, desde la radiodifusión hasta las computadoras, pero que presentaba algunas características indeseables. El transistor de estado sólido permitió la miniaturización de la electrónica, lo que condujo al desarrollo de teléfonos celulares, iPods, sistemas GPS, marcapasos implantables y mucho más.

En este capítulo, descubrirás de qué están hechos los transistores y los secretos de su éxito. Descubrirás cómo amplifican.

Señales diminutas y cómo usar transistores como interruptores microscópicos. Finalmente, observarás de primera mano el funcionamiento de los transistores construyendo un par de circuitos sencillos con ellos.

Transistores: Maestros de la conmutación y la amplificación

Los transistores básicamente cumplen dos funciones en los circuitos electrónicos: conmutar y amplificar. Pero estas dos funciones son clave para lograr resultados realmente interesantes. He aquí por qué son tan importantes:

- ✓ **Traspuesta:** Si puedes activar y desactivar el flujo de electrones, tienes control sobre el flujo y puedes construir circuitos complejos incorporando muchos interruptores en los lugares correctos.

  Consideremos, por ejemplo, el sistema de conmutación telefónica: al marcar un número de 10 dígitos, podemos conectarnos con millones de personas en todo el mundo. O pensemos en internet: la conmutación nos permite acceder a un sitio web alojado en, por ejemplo, Sheboygan, mientras estamos sentados en un tren en, por ejemplo, Londres. Otros sistemas que dependen de la conmutación son los ordenadores, los semáforos, la red eléctrica... bueno, ya nos hacemos una idea. La conmutación es fundamental.

- ✓ **Amplificando:** Si puedes amplificar una señal eléctrica, puedes almacenar y transmitir señales diminutas y potenciarlas cuando las necesites para que suceda algo.

  Por ejemplo, las ondas de radio transportan pequeñas señales de audio a largas distancias, y depende del amplificador de su sistema estéreo ampliar la señal para poder mover el diafragma de un altavoz para que pueda escuchar el sonido.

Antes de la invención del transistor, las válvulas de vacío se encargaban de toda la conmutación y amplificación. De hecho, a principios del siglo XX, la válvula de vacío era considerada la mayor maravilla de la electricidad. Posteriormente, Bardeen, Brattain y Shockley demostraron al mundo que los diminutos transistores semiconductores podían realizar la misma función, solo que mejor (y por menos dinero). El trío recibió el Premio Nobel de Física en 1956 por la invención del transistor.

Los transistores actuales son microscópicamente pequeños, no tienen partes móviles, son fiables y disipan mucha menos energía que sus predecesores, los tubos de vacío. (Sin embargo, muchos audiófilos creen que los tubos ofrecen una calidad de sonido superior a la tecnología de transistores de estado sólido).

Los dos tipos más comunes de transistores son

- ✓ transistores de unión bipolar
- ✓ transistores de efecto de campo

La Figura 10-1 muestra los símbolos de circuito comúnmente utilizados para varios tipos de transistores. Las secciones siguientes ofrecen una visión más detallada de los transistores bipolares y los transistores de efecto de campo.

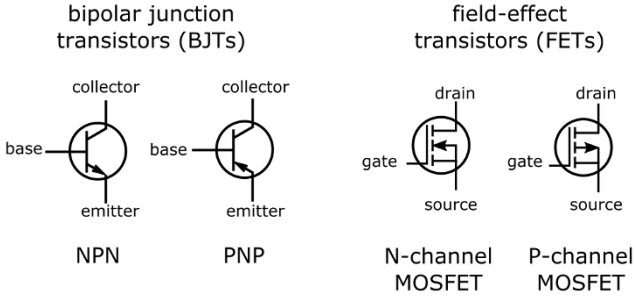


Figura 10-1: Símbolos de circuitos para transistores de unión bipolar y transistores de efecto de campo, con cables etiquetados.

transistores de unión bipolar

Uno de los primeros transistores que se inventaron fue el *transistor de unión bipolar* (BJT), y los BJT son los que la mayoría de los aficionados usan en circuitos caseros. Los BJT consisten en dos uniones pn fusionadas para formar una estructura de tres capas tipo sándwich. Como se explica en el capítulo 9, un *unión pn* es el límite entre dos tipos diferentes de semiconductores: un semiconductor de tipo P, que contiene portadores de carga positiva (conocidos como *agujeros*) y un semiconductor de tipo N, que contiene portadores de carga negativa (electrones).

Los cables están conectados a cada sección del transistor y están etiquetados como *base, coleccionista,* y *emisor.* Hay dos tipos de transistores bipolares (ver Figura 10-2):

- ✓ **Transistor NPN:** Una pieza delgada de semiconductor tipo P se coloca entre dos piezas más gruesas de semiconductor tipo N y se conectan cables a cada una de las tres secciones.
- ✓ **Transistor PNP:** Una pieza delgada de semiconductor tipo N se coloca entre dos piezas más gruesas de semiconductor tipo P y se conectan cables a cada sección.

Los transistores bipolares contienen esencialmente dos uniones pn: la unión base-emisor y la unión base-colector. Al controlar el voltaje aplicado a la unión base-emisor, se controla su polarización (directa o inversa), lo que, en última instancia, controla el flujo de corriente eléctrica a través del transistor. (En el capítulo 9, explico que un pequeño voltaje positivo... *polarizaciones directas* una unión pn, que permite que fluya la corriente y que un voltaje negativo *sesgos inversos* una unión pn que impide el flujo de corriente).

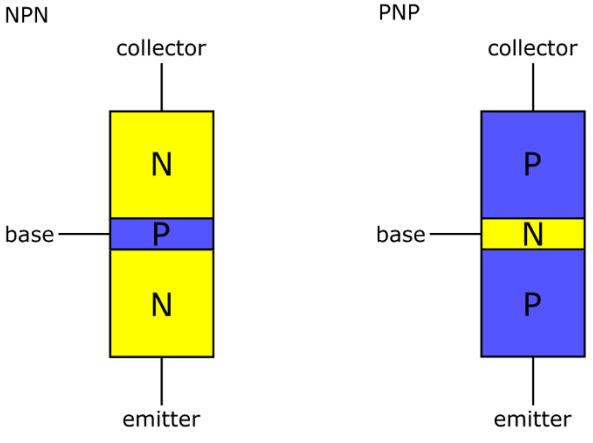


Figura 10-2: Los transistores de unión bipolar contienen dos uniones pn: la unión base-emisor y la unión base-colector.

transistores de efecto de campo

A *transistor de efecto de campo (FET)* Consiste en un canal de material semiconductor de tipo N o P a través del cual puede fluir la corriente, con un material diferente (colocado a lo largo de una sección del canal) que controla la conductividad del canal (ver Figura 10-3).

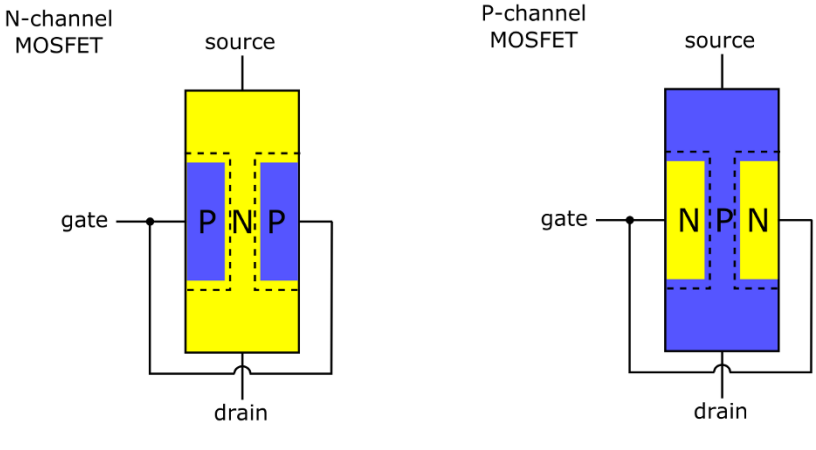


Figura 10-3: En un transistor de efecto de campo (FET), el voltaje aplicado a la compuerta controla el flujo de corriente a través de un canal desde la fuente hasta el drenador.

Un extremo del canal se conoce como *fuente,* El otro extremo del canal se llama *drenar,* y el mecanismo de control se llama *puerta.* Al aplicar un voltaje a la compuerta, se controla el flujo de corriente desde la fuente hasta el drenador. Se conectan cables a la fuente, al drenador y a la compuerta. Algunos FET incluyen un cuarto cable para conectar a tierra parte del FET al chasis del circuito. (Pero no confunda a estas criaturas de cuatro patas con...) *MOSFET de doble puerta,* que también tienen cuatro conductores.)

Los FET (pronunciados "fetts") se presentan en dos versiones: de canal N y de canal P, según el tipo de material semiconductor (tipo N o tipo P, respectivamente) por el que fluye la corriente. Existen dos subtipos principales de FET: *MOSFET (FET semiconductor de óxido metálico)* y *JFET (FET de unión).* Cuál es cuál depende de cómo se construya la compuerta, lo que a su vez resulta en diferentes propiedades eléctricas y usos para cada tipo. Los detalles de la construcción de la compuerta quedan fuera del alcance de este libro, pero conviene conocer los nombres de los dos tipos principales de FET.

Los FET (en particular los MOSFET) se han vuelto mucho más populares que los transistores bipolares para su uso en *circuitos integrados* (*Circuitos integrados*), que analizo en el capítulo 11, donde miles de transistores trabajan juntos para realizar una tarea. Esto se debe a que son dispositivos de bajo consumo cuya estructura permite que miles de MOSFET de canal N y P se amontonen como sardinas en una sola pieza de silicio (es decir, material semiconductor).

Descarga electrostática (ESD) Puede dañar los FET. Si compra FET, asegúrese de guardarlos en una bolsa o tubo antiestático y déjelos allí hasta que esté listo para usarlos. Puede leer más sobre los efectos nocivos de la ESD en el Capítulo 13.

Reconocer un transistor cuando lo ves

El material semiconductor de un transistor es del tamaño de un grano de arena o incluso más pequeño, por lo que los fabricantes colocan estos diminutos componentes en una carcasa de metal o plástico con cables salientes para que puedas conectarlos a tus circuitos. Puedes encontrar literalmente decenas de transistores de diferentes formas y tamaños, algunos de los cuales se muestran en la Figura 10-4.

Los paquetes más pequeños generalmente contienen *transistores de señal,* que están clasificados para manejar corrientes más pequeñas. Los paquetes más grandes contienen *transistores de potencia,* Diseñados para manejar corrientes más altas. La mayoría de los transistores de señal vienen en carcasas de plástico, pero algunas aplicaciones de precisión requieren transistores de señal alojados en carcasas metálicas para reducir la probabilidad de interferencias de radiofrecuencia (RF) dispersas.

Los transistores bipolares suelen tener tres cables para acceder a la base, el colector y el emisor. Una excepción es un *fototransistor* (El transistor (que analizo en el capítulo 12) se presenta en una carcasa transparente con solo dos cables (colector y emisor). La luz se utiliza para polarizarlo, por lo que no es necesario aplicar voltaje a la base. Todos los FET tienen cables para la fuente, el drenador y la puerta, y algunos incluyen un cuarto cable para conectar a tierra la carcasa del transistor al chasis del circuito, o para la segunda puerta de un MOSFET de doble puerta.

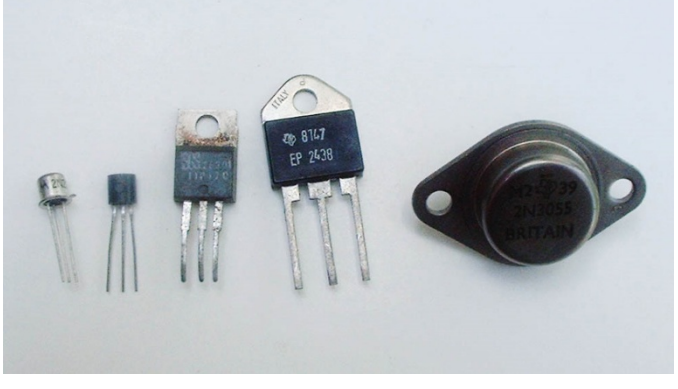


Figura 10-4: El envoltorio monótono y apagado del transistor promedio es solo una tapadera para su interior emocionante y revolucionario.

Para saber qué cable del paquete es cuál, consulte la documentación del transistor específico. Tenga cuidado al interpretar la documentación: las conexiones del transistor suelen mostrarse (aunque no siempre) desde la parte inferior de la carcasa, como si le hubiera dado la vuelta y lo estuviera observando desde abajo.

Es absolutamente necesario instalar los transistores correctamente en los circuitos. Cambiar las conexiones puede dañar un transistor e incluso otros componentes del circuito.

Haciendo posibles todo tipo de componentes

Los transistores se pueden combinar de muchísimas maneras para lograr cosas increíbles. Debido a que el material semiconductor que compone un transistor es tan pequeño, es posible crear un circuito que contenga cientos o miles de transistores (junto con resistencias y otros componentes) y convertir todo el circuito en un solo componente que cabe fácilmente en la palma de la mano.

mano. Estas asombrosas creaciones, conocidas como *circuitos integrados (CI),* le permitirá construir *en realidad* Circuitos complejos con pocas piezas. El siguiente capítulo analiza algunos de los circuitos integrados disponibles hoy en día gracias a la revolución de los semiconductores.

Examinando cómo funcionan los transistores

Los BJT y los FET funcionan básicamente de la misma manera. El voltaje que se aplica a la entrada (*base,* para un BJT, o *puerta,* para un FET) determina si la corriente fluye o no a través del transistor (del colector al emisor para un BJT, y de la fuente al drenador para un FET).

Para comprender el funcionamiento de un transistor (en concreto, un FET), imagine una tubería que conecta una fuente de agua a un desagüe con una válvula controlable en una sección de la tubería, como se muestra en la Figura 10-5. Al controlar si la válvula está completamente cerrada, completamente abierta o parcialmente abierta, se controla el flujo de agua desde la fuente hasta el desagüe.

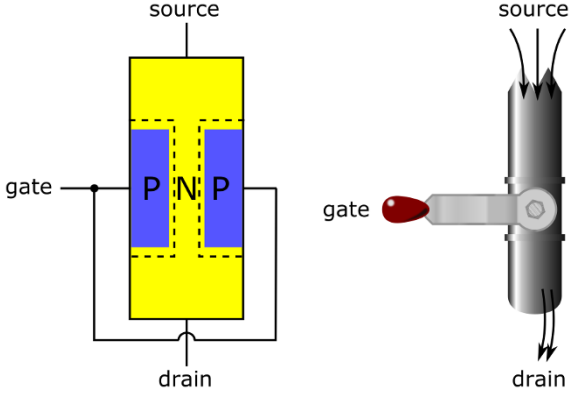


Figura 10-5: Al igual que una válvula, un transistor puede estar apagado (sin corriente), completamente encendido (corriente máxima) o parcialmente encendido (la cantidad de corriente depende de qué tan abierta esté la compuerta, por así decirlo).

Puede configurar el mecanismo de control de su válvula de dos maneras. El mecanismo de control puede

- ✓ **Actúa como un interruptor de encendido y apagado,** ya sea abriendo completamente o cerrando completamente sin nada intermedio.

✓ **Abrir parcialmente,** Dependiendo de la fuerza que se ejerza sobre ella. Cuando está parcialmente abierta, se puede ajustar ligeramente la válvula para permitir que fluya más o menos agua desde la fuente hasta el desagüe; pequeños cambios en la fuerza que se ejerce sobre la válvula crean cambios similares, pero mayores, en el flujo de agua. Así es como un transistor actúa como amplificador.

Los transistores bipolares funcionan de forma similar: la base actúa como la válvula controlable de la Figura 10-5, controlando el flujo de electrones del emisor al colector (o, en términos de circuitos, el flujo de corriente convencional del colector al emisor). Al controlar la base, se puede activar o desactivar completamente el transistor, o se pueden permitir pequeños cambios en la base para controlar grandes variaciones de corriente del colector al emisor.

Usando un modelo para entender los transistores

El funcionamiento interno de un transistor implica detalles técnicos sobre electrones libres, huecos móviles, uniones pn y polarización. No es necesario conocer todos esos aspectos técnicos al dedillo para usar transistores en circuitos. En lugar de eso, familiarízate con un modelo funcional de un transistor y sabrás lo suficiente para empezar.

La Figura 10-6 muestra un modelo simple de un transistor NPN a la izquierda y el símbolo del circuito correspondiente a la derecha. El modelo incluye un diodo que representa la unión base-emisor y una resistencia variable, R_{CE}, entre el colector y el emisor. El valor de la resistencia variable se controla mediante el diodo en este modelo. Los voltajes, las corrientes y los terminales del transistor están etiquetados para que pueda ver cómo el modelo se corresponde con el dispositivo real.

Descifrando la palabra *transistor*

Entonces, ¿por qué se llaman transistores? Bueno, la palabra... *transistor* es una combinación de dos partes de palabras: *trans* y re*hermana.*

El *trans* Parte del nombre transmite el hecho de que al aplicar un voltaje polarizado directamente en la unión base-emisor, se hace que los electrones fluyan en otra parte del componente, del emisor al colector. *transferir* la acción de una parte del componente a otra. Esto se conoce como *acción del transistor.*

Dado que las fluctuaciones en la corriente de base resultan en fluctuaciones proporcionales en la corriente de colector/emisor, se puede pensar en el transistor como una especie de resistencia variable: al girar el dial (variando la corriente de base), la resistencia cambia, lo que produce una corriente de colector/emisor proporcionalmente variable. Ahí es donde... *hermana* Parte del nombre viene de.

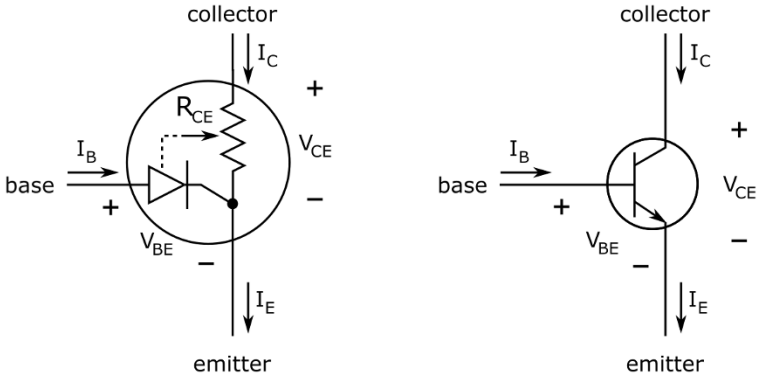


Figura 10-6: Un transistor funciona como un interruptor o un amplificador, dependiendo de lo que se introduzca en la base.

Esto es lo que representan los voltajes y las corrientes:

- ✓ V_{SER} es el voltaje a través de la unión base-emisor, que es una unión pn, al igual que un diodo.
- ✓ I_B (La corriente de base) es la corriente que fluye hacia la base del transistor.
- ✓ V_{CE} Es el voltaje del colector al emisor. Este voltaje varía según lo que ocurra en la base.
- ✓ I_{do} (la corriente del colector) es la corriente que fluye hacia el colector. (la
- ✓ I_{mi} corriente del emisor) es la corriente que fluye hacia el emisor. La La corriente del emisor es la suma de la corriente del colector y la corriente de base: $I_{mi} = I_{do} + I_B$.

El transistor tiene tres *modos de funcionamiento*, o posibilidades de cómo funciona:

- ✓ **Cierre (transistor apagado):** Si V_{SER} " 0,7 V, el diodo está apagado, por lo que $I_B = 0$. Esto hace la resistencia R_{CE} infinito, lo que significa $I_{do} = 0$. La salida de la El transistor (colector-emisor) es como un interruptor abierto: no fluye corriente. Este modo de funcionamiento se denomina *cierre.*
- ✓ **Activo (transistor parcialmente encendido):** Si $V_{SER} \geq$ 0,7 V, el diodo está encendido, por lo que la corriente base flujos de renta. Si I_B es pequeña, la resistencia R_{CE} se reduce y algún coleccionista actual, I_{do}, flujos. I_{do} es directamente proporcional a I_B, con un *ganancia de corriente*, h_{FE}, igual a I_{do}/I_B, y el transistor funciona como un amplificador de corriente, es decir, opera en *activo* modo.

- **Saturación (transistor completamente encendido):** Si $V_{BE} \geq 0{,}7$ V y I_B se incrementa mucho, el resistencia R_{CE} es cero y la corriente de colector máxima posible, I_{do}, fluye. El voltaje del colector al emisor, V_{CE}, es casi cero, por lo que La salida del transistor (colector-emisor) es como un interruptor cerrado: toda la corriente que puede fluir a través de él fluye; el transistor está *saturado*. En este modo, la corriente del colector, I_{do}, es mucho mayor que la corriente base, I_B, y desde entonces $I_{mi} = I_{do} + I_B$, puedes aproximarte I_{mi} como sigue: $I_{mi} \oplus I_{do}$.

Operando un transistor

Al diseñar un circuito con transistor, se eligen los componentes que lo pondrán en el modo de funcionamiento correcto (corte, activo o saturación), según la función deseada. Así es como se hace:

- **Amplificador de transistores:** Si desea utilizar el transistor como amplificador (modo activo), seleccione las tensiones de alimentación y las resistencias que se conectarán al transistor de modo que se polarice directamente la unión base-emisor y se permita el flujo de la corriente de base justa, pero no tanta como para saturar el transistor. Este proceso de selección se conoce como *sesgo* el transistor.

- **Interruptor de transistor:** Si desea que el transistor funcione como un interruptor de encendido/apagado, elija valores de voltaje y resistencia de alimentación de modo que la unión base-emisor sea no conductora (el voltaje a través de ella sea inferior a 0,7 V) o completamente conductora, sin ningún punto intermedio. Cuando la unión base-emisor es no conductora, el transistor está en modo de corte y el interruptor está apagado. Cuando la unión base-emisor es completamente conductora, el transistor está en modo de saturación y el interruptor está encendido.

Elegir el interruptor adecuado

Quizás se pregunte por qué usar un transistor como interruptor cuando hay tantos otros tipos de interruptores y relés disponibles (como se describe en el Capítulo 4). Pues bien, los transistores tienen varias ventajas sobre otros tipos de interruptores, por lo que se utilizan cuando son la mejor opción. Los transistores consumen muy poca energía, pueden encenderse y apagarse miles de millones de veces por segundo y se pueden fabricar microscópicamente.

Los circuitos integrados (que analizo en el capítulo 11) son pequeños y utilizan miles de transistores para conmutar señales en un único chip diminuto. Los interruptores y relés mecánicos también son útiles en situaciones donde los transistores no pueden soportar la carga, como al conmutar corrientes superiores a unos 5 A o voltajes más altos (como en los sistemas eléctricos).

Amplificación de señales con un transistor

Los transistores se utilizan comúnmente para amplificar señales pequeñas. (Consulte el recuadro "Descifrando señales eléctricas" para obtener más información sobre qué son las señales).

Supongamos que produce una señal de audio como salida de una etapa de un circuito electrónico y desea amplificarla antes de enviarla a otra etapa electrónica, como un altavoz. Utiliza un transistor, como se muestra en la Figura 10-7, para amplificar las pequeñas fluctuaciones de la señal de audio (v), que se introducen en la base del transistor (etiquetado como Q en el esquema). El transistor los transforma en *grande* fluctuaciones de la señal (v), que aparecen en la salida (colector) del transistor. Luego, se toma la salida del transistor y se aplica a la entrada de los altavoces.

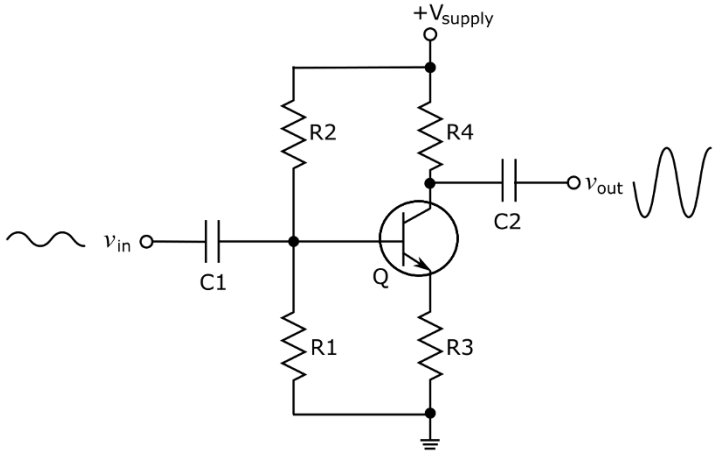


Figura 10-7: Al colocar estratégicamente algunas resistencias en un circuito de transistor, puede polarizar adecuadamente un transistor y controlar la ganancia de este circuito amplificador.

Polarizar el transistor para que actúe como un amplificador

Un transistor debe estar parcialmente activado para funcionar como amplificador. Para que un transistor alcance este estado, se polariza aplicando un pequeño voltaje a la base. En el ejemplo mostrado en la Figura 10-7, las resistencias... *R1* y *R2* están conectados a la base del transistor y configurados como un divisor de voltaje (para obtener más información sobre cómo funciona un divisor de voltaje, consulte el Capítulo 6), dividiendo el voltaje de suministro, $V_{suministrar}$. La salida de este divisor de tensión, $\frac{R1}{R1+R2} \times V_{suministrar}$, suministra suficiente voltaje edad a la base para encender el transistor y permitir que la corriente fluya a través de él, polarizando el transistor para que esté en modo activo (es decir, parcialmente encendido).

Descifrando señales eléctricas

Los transistores se utilizan comúnmente para amplificar señales. Un *señal eléctrica* Es el patrón temporal de una corriente eléctrica. A menudo, la forma en que una señal eléctrica cambia de forma transmite información sobre algo físico, como la intensidad de la luz, el calor o el sonido, o la posición de un objeto, como el diafragma de un micrófono o el eje de un motor. Piensa en una señal eléctrica como un código, similar al código Morse, que envía y recibe mensajes secretos que puedes descifrar si conoces la clave.

Un *señal eléctrica analógica,* o simplemente *señal analógica,* Se llama así porque es un *cosa análoga,* o mapeo uno a uno, de la magnitud física que representa. Por ejemplo, cuando un estudio de sonido graba una canción, las fluctuaciones en la presión del aire... (Eso es el sonido) mover el diafragma de un micrófono, lo que produce variaciones correspondientes en la corriente eléctrica. Esa corriente fluctuante es una representación del sonido original, o una señal de audio.

Los sistemas digitales, como las computadoras, no pueden manejar señales analógicas continuas, por lo que las señales eléctricas deben convertirse a formato digital antes de ingresar a las profundidades de un sistema digital. *Formato digital* es simplemente otro esquema de codificación, uno que utiliza solo los valores binarios 1 y 0 para representar información, de forma similar a como el código Morse usa puntos y guiones. *señal digital* Se crea muestreando el valor de una señal analógica a intervalos regulares en el tiempo y convirtiendo cada valor en una cadena de *pedazos,* o *dígitos binarios.*

Condensador *C1* permite que solo pase CA al transistor, bloqueando cualquier componente de CC de la señal de entrada (un efecto conocido como *Desplazamiento de CC*), como se muestra en la Figura 10-8. Sin ese condensador de bloqueo, cualquier desviación de CC en la señal de entrada se sumaría a la tensión de polarización, lo que podría saturar el transistor o desactivarlo (corte), de modo que ya no actúe como un amplificador.

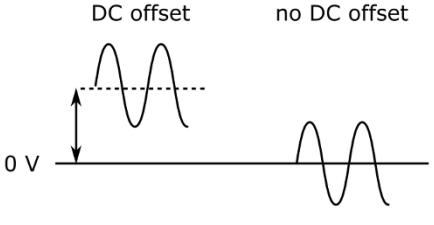


Figura 10-8: Condensador de bloqueo *C1* ayuda a mantener la polarización del transistor filtrando las compensaciones de CC en la señal de entrada antes de que la señal llegue al transistor.

Controlar la ganancia de voltaje

Con el transistor de la Figura 10-7 parcialmente activado, las fluctuaciones en la corriente de base causadas por la señal de entrada de CA se amplifican. Dado que la ganancia de corriente, h, de cualquier transistor elegido puede ser algo variable (de hecho, esquizofrénica), el circuito amplificador se diseña para eliminar cualquier dependencia de la inestable ganancia de corriente. Se sacrificará algo de potencia de amplificación, pero se obtendrá estabilidad y previsibilidad.

Colocando resistencias *R3* y *R4* En el circuito, puedes controlar el *ganancia de voltaje,* o cuánto se amplifica la señal de entrada, sin preocuparse por la ganancia de corriente exacta del transistor específico en el núcleo del circuito. (¡Esto es realmente asombroso!) La ganancia de voltaje de CA de un circuito de transistores con resistencias, como se muestra en la Figura 10-7, es: *R4* / *R3* El signo negativo simplemente significa que la señal de entrada es *invertido:* A medida que el voltaje de entrada varía hacia arriba y luego hacia abajo, el voltaje de salida varía hacia abajo y luego hacia arriba, como lo muestran las formas de onda de las señales de entrada y salida en la Figura 10-7. Antes de enviar la señal de salida a, por ejemplo, un altavoz, se pasa a través de otro condensador de bloqueo (*C2*) para eliminar cualquier desplazamiento de CC.

Configuración de circuitos amplificadores de transistores

El tipo de configuración de transistor que analizo en la sección anterior se conoce como *amplificador de emisor común* (Se llama así porque el emisor está conectado a tierra común. Este circuito es solo una de las muchas maneras de configurar circuitos de transistores para usarlos como amplificadores. Se utilizan diferentes configuraciones para lograr distintos objetivos, como alta ganancia de potencia frente a alta ganancia de voltaje. El comportamiento del circuito depende de...

- ✓ Cómo conectar el transistor a las fuentes de alimentación
- ✓ La ubicación de la carga
- ✓ ¿Qué otros componentes del circuito (como resistencias, condensadores y otros transistores) agregas al circuito?
- ✓ Dónde se agregan otros componentes en el circuito

Por ejemplo, puedes conectar dos transistores bipolares en una configuración conocida como *Pareja de Darlington* para producir múltiples etapas de amplificación. (En la sección "Adquirir experiencia con transistores", más adelante en este capítulo, descubrirá cómo configurar un par Darlington simple). O puede obtener el mismo resultado de forma sencilla: compre un componente de tres conductores llamado *Transistor Darlington,* que incluye una pareja de Darlington ya juntada.

El diseño de circuitos amplificadores con transistores es un campo de estudio en sí mismo, y se han escrito muchos libros excelentes sobre el tema. Si te interesa aprender más sobre transistores y cómo diseñar circuitos amplificadores con ellos, intenta conseguir un buen libro de diseño electrónico, como... *El arte de la electrónica,* Tercera edición de Paul Horowitz y Winfield Hill (Cambridge University Press). No es barata, pero es un clásico.

Conmutación de señales con un transistor

También se puede usar un transistor como interruptor eléctrico. El cable de la base del transistor funciona como la palanca de un interruptor mecánico, de la siguiente manera:

- ✓ El interruptor del transistor está apagado cuando no fluye corriente hacia la base (en corte) y el transistor actúa como un circuito abierto, incluso si hay una diferencia de voltaje entre el colector y el emisor.
- ✓ El interruptor del transistor está encendido cuando la corriente fluye hacia la base (en saturación), y el transistor actúa como un interruptor cerrado, conduciendo completamente la corriente desde el colector al emisor y hacia cualquier carga que desee encender.

¿Cómo se activa/desactiva este sistema? Digamos que se usa un dispositivo electrónico para esparcir el alimento para las gallinas automáticamente al amanecer. Se puede usar un *fotodiodo,* Que conduce corriente al exponerse a la luz, para controlar la entrada a un interruptor transistor que suministra corriente a tu dispositivo (la carga). Por la noche, el fotodiodo no genera corriente, por lo que el transistor está apagado. Al amanecer, el fotodiodo genera corriente, activando el transistor y permitiendo que la corriente fluya a tu dispositivo. El dispositivo entonces empieza a esparcir alimento para las gallinas, manteniéndolas felices mientras tú sigues durmiendo.

¿Te preguntas por qué no suministras la corriente del fotodiodo al dispositivo? Tu dispositivo podría necesitar una corriente mayor que la que puede suministrar el fotodiodo. La pequeña corriente del fotodiodo controla el encendido y apagado del transistor, que actúa como un interruptor para permitir que una corriente mayor de la batería alimente tu dispositivo.

Una de las razones por las que los transistores son tan populares para la conmutación es que no disipan mucha potencia. Recuerde que la potencia es el producto de la corriente y el voltaje. Cuando un transistor está apagado, no fluye corriente, por lo que la potencia disipada es cero. Cuando un transistor está completamente encendido, V_{CE} es casi cero, por lo que la potencia disipada es casi cero.

Elección de transistores

Los transistores se han vuelto tan populares que existen miles y miles de transistores diferentes. Entonces, ¿cómo elegir uno para su circuito y cómo aprovechar todas las opciones disponibles en el mercado?

Si está diseñando un circuito con transistor, necesita comprender cómo funcionará en diversas condiciones. ¿Cuál es la corriente máxima de colector que puede soportar su transistor? ¿Cuál es la ganancia de corriente mínima necesaria para amplificar una señal de entrada? ¿Cuánta potencia podría disiparse en su transistor en condiciones de funcionamiento extremas (por ejemplo, cuando el transistor está apagado y la tensión de alimentación puede caer en el colector-emisor)?

Una vez que comprenda los detalles de cómo funcionará su circuito, puede comenzar a buscar especificaciones de transistores para encontrar uno que satisfaga sus necesidades.

Clasificaciones importantes de transistores

Se utilizan muchos parámetros para describir las cargas de diferentes transistores, pero solo se necesitan unos pocos para elegir el transistor adecuado para el circuito. Para transistores bipolares (NPN o PNP), esto es lo que se necesita saber:

- ✓ **Corriente máxima del colector ($I_{Cmáx}$):** La corriente continua máxima que el transistor puede soportar. Al diseñar un circuito, asegúrese de usar una resistencia para limitar la corriente del colector y evitar que supere este valor.
- ✓ **Ganancia de corriente continua (h_{FE} o β):** La relación entre la corriente del colector y la corriente de base (es decir, I_C / I_B), lo cual proporciona una indicación de la capacidad de amplificación del transistor. Los valores típicos son de 50 a 200. Dado que la ganancia de corriente puede variar, incluso entre transistores del mismo tipo, es necesario conocer el valor mínimo garantizado de h, y eso es lo que este parámetro... eter te lo dice. El h_{FE} El valor también varía para diferentes valores de I_C, así que algo- veces h_{FE} se da para un valor específico de I_C, como por ejemplo 20 mA.
- ✓ **Tensión máxima de colector a emisor ($V_{CEmáx.}$):** El voltaje máximo entre el colector y el emisor; este valor suele ser de al menos 30 V. Si está trabajando con aplicaciones de baja potencia, como circuitos electrónicos de aficionados, no se preocupe por este valor.
- ✓ **Disipación total de potencia (PAG_{total}):** La potencia total que el transistor puede disipar; este valor es aproximadamente $V_{CE} \times I_{Cmáx}$ No hay necesidad de preocuparse por esto. Clasificación si se usa el transistor como interruptor, ya que la disipación de potencia es prácticamente nula. Sin embargo, si se usa como amplificador, es importante tener en cuenta esta clasificación.

  Si cree que su circuito se acercará al valor de disipación de potencia total, asegúrese de conectar un disipador de calor al transistor.

Para determinar estas características consulte el componente *ficha de datos,* que proporciona las especificaciones técnicas del componente en el sitio web del fabricante. Si está construyendo un circuito diseñado por otra persona, no tiene que preocuparse demasiado por las especificaciones; simplemente puede usar el transistor especificado por el diseñador o consultar una referencia cruzada para encontrar un modelo similar que lo sustituya.

Identificación de transistores

Muchos transistores bipolares originarios de Norteamérica se identifican mediante un código de cinco o seis dígitos que forma parte de un sistema de identificación de semiconductores estándar de la industria. Los dos primeros dígitos son siempre 2N para los transistores: el 2 especifica el número de uniones pn y la N significa semiconductor.

Los tres o cuatro dígitos restantes indican las características específicas del transistor. Sin embargo, cada fabricante puede usar diferentes esquemas de codificación, por lo que lo mejor es consultar el sitio web, el catálogo o la hoja de especificaciones correspondiente para asegurarse de obtener lo que necesita para su circuito.

Muchos proveedores clasifican los transistores según su aplicación, como baja potencia, media potencia, alta potencia, audio (bajo ruido) o uso general. Conocer la categoría que describe su proyecto puede ayudarle a elegir el transistor adecuado para su circuito.

Adquiriendo experiencia con transistores

En esta sección, verás cómo los diminutos transistores controlan la corriente en un circuito (a la salida del transistor) mediante componentes electrónicos en otro circuito (a la entrada del transistor). ¡De eso se trata el funcionamiento del transistor!

Corriente amplificadora

Puede utilizar el circuito de la Figura 10-9 para demostrar las capacidades de amplificación de un transistor.

Aquí están las piezas que necesitas para construir el circuito:

- ✓ Una batería de 9 voltios con clip de batería
- ✓ Un transistor bipolar NPN 2N3904 o BC548 (o cualquier transistor de propósito general)
- ✓ Una resistencia de 470 Ω (amarillo-violeta-marrón)
- ✓ Una resistencia de 10 kΩ (marrón-negro-naranja)
- ✓ Un potenciómetro de 1 MΩ
- ✓ Dos LED (de cualquier tamaño, de cualquier color)
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura y puentes

Consulte el Capítulo 2 o el Capítulo 19 para obtener información sobre dónde conseguir piezas.

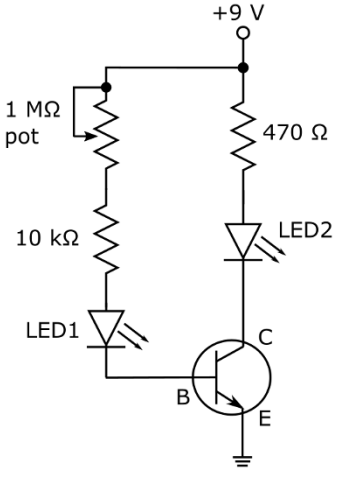


Figura 10-9: Un par de LED le ayuda a visualizar las capacidades de amplificación de un transistor.

Utilizando la Figura 10-10 como guía, siga estos pasos:

1. **Construya el circuito utilizando un transistor bipolar NPN de uso general, como un 2N3904 o un BC548.**

   Tenga cuidado de conectar correctamente los cables de la base, el colector y el emisor (consulte el paquete del transistor o la hoja de datos) y de orientar correctamente los LED (como se muestra en el Capítulo 9).

2. Gire el potenciómetro hasta el tope para que la resistencia sea 1 MΩ. Ω

Probablemente verás un pequeño brillo del LED2, pero es posible que no veas ninguna luz proveniente del LED1, aunque hay*es*una pequeña corriente pasando por el LED1.

3. Ahora baje lentamente el potenciómetro y observe los LED.

Deberías ver que el LED2 se ilumina cada vez más a medida que bajas el potenciómetro. En algún momento, también verás luz en el LED1. A medida que bajas el potenciómetro, ambos LED brillarán más, pero el LED2 brillará mucho más que el LED1.

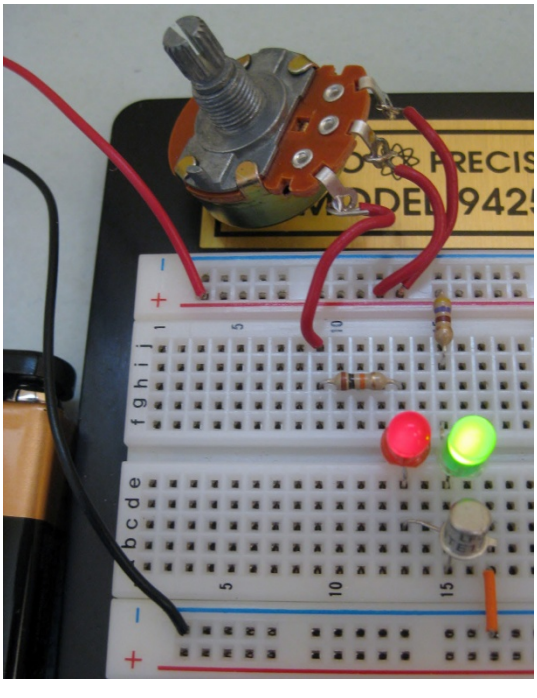


Figura 10-10: La pequeña corriente de base apenas ilumina el LED rojo, mientras que la corriente de colector más grande ilumina brillantemente el LED verde.

Estás presenciando la acción del transistor: La pequeña corriente de base que pasa por el LED1 es amplificada por el transistor, lo que permite que una corriente mucho mayor fluya por el LED2. Observas una luz tenue en el LED1 debido a la pequeña corriente de base, y una luz brillante en el LED2 debido a la mayor corriente de colector. Puedes medir cada corriente si lo deseas. (Consulta el recuadro "Medición de corrientes diminutas" para obtener consejos sobre cómo medir la pequeña corriente de base).

Medición de corrientes diminutas

La corriente de base del transistor bipolar de la Figura 10-10, que pasa por el LED1, es muy pequeña, especialmente cuando el potenciómetro está ajustado a su resistencia máxima. Si desea medir esta pequeña corriente, puede hacerlo de las siguientes maneras:

- Realice la medición directamente: configure el multímetro en amperios de CC, interrumpa el circuito en un lado del LED1 e inserte el multímetro en serie con el LED1. (La corriente es tan pequeña que podría no ser registrada por el multímetro).
- Mida la corriente indirectamente, usando la Ley de Ohm como ayuda. La misma corriente que pasa por el LED1 y llega a la base. La corriente del transistor también pasa por dos resistencias: la de 10 kΩ y el potenciómetro. Se puede medir la caída de tensión en cualquiera de las resistencias y dividir la lectura entre la resistencia. (En el capítulo 6, se descubre que la Ley de Ohm indica que la corriente que pasa por una resistencia es igual a la tensión en ella dividida entre la resistencia).
- Si desea una medición exacta, apague el circuito, extraiga la resistencia y mida su resistencia exacta con el multímetro. Luego, calcule la corriente. Con este método, medí una corriente de base de 6,7 µA (0,0000067 A).

Con el potenciómetro ajustado a 1 MΩ, medí una corriente de base de 6,7 µA (0,0000067 A) y una corriente de colector de 0,94 mA. Al dividir la corriente de colector entre la corriente de base, obtuve una ganancia de corriente de 140 mA en este circuito transistorizado. Con el potenciómetro ajustado a 0 Ω, medí una corriente de base de 0,65 mA y una corriente de colector de 14 mA, lo que resulta en una ganancia de corriente de aproximadamente 21,5 mA. ¡Intenso!

¡El interruptor está encendido!

El circuito de la Figura 10-11 es un interruptor táctil. Utiliza un par de transistores NPN para amplificar una corriente de base muy pequeña, suficiente para encender el LED. Esta configuración piggyback de dos transistores bipolares, con sus colectores conectados y el emisor de uno alimentando la base del otro, se conoce como *Pareja Darlington.* (La letra Q se utiliza para etiquetar transistores en esquemas).

Para probarlo, configure el circuito como se muestra en la Figura 10-12 utilizando las siguientes piezas:

- ✓ Una batería de 9 voltios con clip de batería
- ✓ Una resistencia de 100 kΩ (marrón-negro-amarillo)

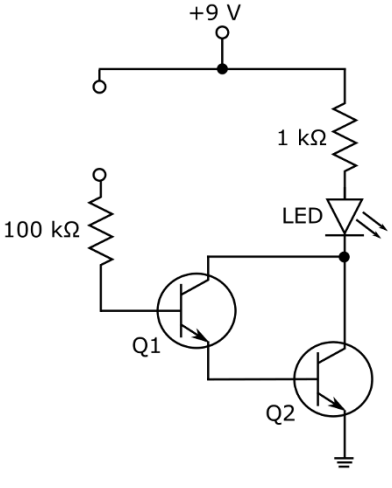


Figura 10-11: Un par Darlington se puede utilizar como interruptor táctil.

- ✓ Una resistencia de 1 kΩ (marrón-negro-rojo)
- ✓ Un LED (de cualquier tamaño, de cualquier color)
- ✓ Dos transistores bipolares NPN 2N3904 o BC548 (o cualquier transistor de propósito general)
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura y cables puente

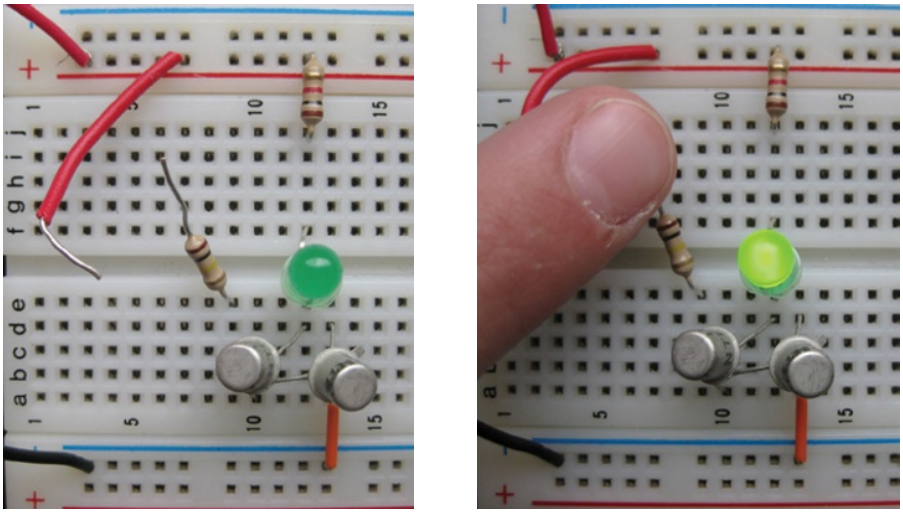
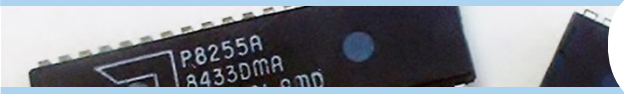


Figura 10-12: Una forma de configurar el circuito del transistor del interruptor táctil. Puedes encender el LED colocando el dedo sobre el cable rojo y la resistencia de 100 kΩ.

Cierre el circuito colocando el dedo sobre el circuito abierto, como se muestra en la Figura 10-12 (no se preocupe, mi hijo de diez años no se lastimó y usted tampoco lo hará). ¿Se encendió el LED? Al cerrar el circuito, su piel conduce una corriente diminuta (unos pocos microamperios), que es amplificada por el par de transistores que encienden el LED.

Si toca el cable desconectado de la resistencia de 100 kΩ (sin cerrar el circuito), es posible que el LED se encienda brevemente y luego se apague (especialmente si primero arrastra los pies sobre una alfombra). Esto se debe a que ha acumulado una pequeña cantidad de carga en su dedo, y al tocar la resistencia, la carga fluye hacia la base del primer transistor y es amplificada lo suficiente por el par Darlington como para encender el LED. (Si la ganancia nominal, h, de sus transistores es 100, la ganancia total del par Darlington es $h_{FE} \times h_{FE}$ = 100 × 100 = 10 000). Una vez disipada la carga, el LED se apaga. (Tenga en cuenta que si usa una pulsera antiestática al tocar la resistencia, el LED no se encenderá).



11

Innovando con circuitos integrados

En este capítulo

- Agrupando componentes en un chip
- Hablando el lenguaje de los bits
- Pensando lógicamente sobre las puertas
- Lectura en paquetes de circuitos integrados
- Reflexionando sobre la distribución de pines de los circuitos integrados
- Amplificación de señales con amplificadores operacionales
- Cronometrar, contar y controlar todo lo que esté a la vista

La exploración del ritmo, los marcapasos programables, la electrónica de consumo y mucho más no serían más que meros sueños de mentes creativas si no fuera por el circuito integrado (CI). Esta increíble innovación —en realidad, una serie de increíbles innovaciones— hace posible...

Tu smartphone, tableta, iPod y sistema de navegación GPS, así como las nuevas tecnologías disruptivas, como la impresión 3D y los vehículos autónomos. ¿Quién sabe? ¡Algún día, los circuitos integrados te permitirán imprimir en 3D tu propio coche sin conductor!

Un *circuito integrado* incorpora desde unas pocas docenas hasta miles de millones (¡sí, miles de millones!) de componentes de circuito en un solo dispositivo que cabe fácilmente en la palma de la mano. Cada circuito integrado (CI) contiene una intrincada red de diminutos transistores, con acceso al mundo exterior proporcionado por un número finito de entradas y salidas.

Este capítulo explora cómo surgieron los circuitos integrados, identifica los tres tipos principales de circuitos integrados y analiza el funcionamiento interno de uno de ellos: los circuitos integrados digitales. Observará cómo las computadoras y otros dispositivos digitales manipulan dos niveles de voltaje distintos para procesar información mediante reglas especiales conocidas como lógica. A continuación, se explica cómo interpretar un circuito integrado para comprender su función (ya que su cubierta no lo identifica) y cómo conectarlo para su uso en circuitos. Finalmente, analizará con más detalle tres circuitos integrados superventas, sus funciones y cómo puede usarlos para crear sus propios circuitos innovadores.

¿Por qué circuitos integrados?

El circuito integrado (CI) se inventó en 1958 (véase el recuadro, «El nacimiento del CI») para resolver los problemas inherentes al ensamblaje manual de grandes cantidades de transistores diminutos. También llamado*papas fritas,*Los circuitos integrados son circuitos miniaturizados producidos en una sola pieza de semiconductor. Un circuito integrado típico contiene cientos de transistores, resistencias, diodos y condensadores; los circuitos integrados más avanzados contienen miles de millones de componentes. Gracias a esta eficiencia, se pueden construir circuitos complejos con pocas piezas. Los circuitos integrados son los componentes básicos de circuitos más grandes. Se conectan para formar prácticamente cualquier dispositivo electrónico imaginable.

El nacimiento del CI

Con la invención del transistor en 1947, el enfoque del diseño electrónico se desplazó de los voluminosos tubos de vacío a este dispositivo más nuevo, más pequeño y fiable. Como el tamaño ya no era un obstáculo, los ingenieros trabajaron para construir circuitos cada vez más avanzados. Sin embargo, su éxito en la creación de diseños avanzados generó algunos problemas prácticos: la interconexión de cientos de componentes inevitablemente resultaba en errores extremadamente difíciles de aislar. Además, los circuitos complejos a menudo no cumplían con los requisitos de velocidad (ya que los electrones tardan un tiempo en recorrer un laberinto de cables y componentes). A lo largo de la década de 1950, una de las principales prioridades de la industria electrónica fue descubrir cómo hacer circuitos más pequeños y fiables.

En 1952, el ingeniero británico Geoffrey Dummer presentó públicamente su idea de combinar múltiples elementos de circuito en una sola pieza de material semiconductor sin cables de conexión. Argumentó que esto eliminaría el cableado defectuoso y el engorroso ensamblaje manual de componentes discretos. Aunque Dummer nunca llegó a construir un circuito integrado, se le considera el "Profeta del Circuito Integrado".

Luego, en el verano de 1958, Jack Kilby, un ingeniero recién contratado en Texas Instruments que trabajaba solo en un laboratorio (mientras sus colegas estaban... de vacaciones) fue capaz de construir múltiples componentes de circuito a partir de una única pieza monolítica de germanio (un material semiconductor) y colocar conectores metálicos en patrones sobre ella. El diseño rudimentario de Kilby fue la primera demostración exitosa del circuito integrado. Seis meses después, Robert Noyce, de Fairchild Semiconductor (quien también cofundó Intel), inventó su propia versión del circuito integrado, que resolvió muchos de los problemas prácticos inherentes al diseño de Kilby y condujo a la producción en masa de circuitos integrados. Juntos, a Kilby y Noyce se les atribuye la invención del circuito integrado. (Kilby recibió el Premio Nobel de Física por sus contribuciones a la invención del circuito integrado, pero no hasta 42 años después, y declaró que si Noyce hubiera estado vivo cuando se le otorgó el premio, seguramente lo habría compartido).

Mucho ha sucedido desde 1958. Todas esas personas inteligentes y creativas continuaron con su trabajo, y se produjeron muchas más innovaciones. Como resultado, la industria electrónica ha experimentado un auge exponencial.*densidades de chips*(Los transistores (una medida de la densidad de empaquetamiento) han aumentado exponencialmente. Hoy en día, los fabricantes de semiconductores tallan rutinariamente millones de transistores en un trozo de silicio más pequeño que una moneda de diez centavos, y los microprocesadores con más de mil millones de transistores existen desde 2006. (Da un poco de vueltas, ¿verdad?)

¿Placa lineal, digital o combinada?

A lo largo de los años, los fabricantes de chips han creado una gran variedad de circuitos integrados (CI), cada uno con una función específica según el cableado de sus componentes. Muchos de los circuitos integrados que se encuentran son tan populares que se han estandarizado, y se puede encontrar mucha información sobre ellos en línea y en libros. Numerosos fabricantes de chips ofrecen estos CI estandarizados, y fabricantes y aficionados de todo el mundo los compran y utilizan en diversos proyectos. Otros CI de propósito específico están diseñados para realizar una tarea específica. Con frecuencia, solo una empresa vende un chip específico.

Ya sean estandarizados o de propósito especial, puedes separar los circuitos integrados en tres categorías principales: *lineal (analógico), digital,* y *señal mixta* Estos términos se relacionan con los tipos de señales eléctricas (más sobre ellas en el Capítulo 10) que funcionan en el circuito:

- ✓ **Circuitos integrados lineales (analógicos):** Estos circuitos integrados contienen circuitos que procesan *señales analógicas,* que consisten en voltajes y corrientes que varían continuamente. Estos circuitos se conocen como *circuitos analógicos.* Ejemplos de circuitos integrados analógicos son los circuitos de gestión de energía, sensores, amplificadores y filtros.
- ✓ **Circuitos integrados digitales:** Estos circuitos integrados contienen circuitos que procesan *señales digitales,* que son patrones que constan de solo dos niveles de voltaje (o corriente) que representan datos digitales binarios, por ejemplo, encendido/apagado, alto/bajo o 1/0. (Abordo los datos digitales un poco más en la siguiente sección). Dichos circuitos se conocen como *circuitos digitales.* Algunos circuitos integrados digitales, como los microprocesadores, contienen millones (o miles de millones) de circuitos diminutos en apenas unos pocos milímetros cuadrados.
- ✓ **Circuitos integrados de señal mixta:** Estos circuitos integrados (CI) contienen una combinación de circuitos analógicos y digitales y se utilizan comúnmente para convertir señales analógicas en digitales para su uso en dispositivos digitales. Los convertidores analógico-digitales (ADC), los convertidores digital-analógicos (DAC) y los procesadores de radio digital son ejemplos de chips de señal mixta.

Tomar decisiones con lógica

Cuando aprendiste a sumar números, memorizaste datos como "2 + 2 = 4" y "3 + 6 = 9". Luego, cuando aprendiste a sumar números de varios dígitos, usaste esos datos simples, además de uno nuevo: "llevar" números a nosotros, los mayores, y "reagrupar" números a las generaciones más jóvenes. Aplicando unas cuantas operaciones de suma sencillas y una regla simple, puedes sumar dos números grandes con bastante facilidad.

El microprocesador de tu computadora funciona de forma muy similar. Utiliza muchos circuitos digitales diminutos, conocidos entre los tipos de computadoras como *lógica digital*—para procesar funciones simples similares a “2 + 2 = 4”. Luego, la lógica combina las salidas de esas funciones aplicando reglas similares.

Para llevar/reagrupar para obtener una respuesta. Al combinar muchas de estas "respuestas" en una compleja red de circuitos, el microprocesador puede realizar tareas matemáticas complejas. Sin embargo, en el fondo, solo hay un montón de lógica que aplica reglas sencillas.

En esta sección verás cómo funcionan los circuitos lógicos digitales.

Empezando con bits

Cuando sumas dos dígitos, tienes diez opciones para cada dígito (del 0 al 9) porque así es como funciona nuestro sistema de numeración (conocido como *base 10,* o *sistema decimal*) funciona. Cuando una computadora suma dos dígitos, usa solo dos dígitos posibles: 0 y 1 (esto se conoce como *base 2* o *sistema binario*). Debido a que solo hay dos, estos dígitos se conocen como dígitos binarios o *pedazos.* Los bits se pueden unir para representar letras o números; por ejemplo, la cadena de bits 1101 representa el número 13. La barra lateral “Adición de bits de números” ofrece una idea de cómo funciona este proceso.

Además de representar números y letras, los bits también pueden usarse para transportar información. Como portadores de información, los bits de datos son versátiles. Pueden representar muchos...*dos estados* (Cosas binarias): un píxel de la pantalla está encendido o apagado; una tecla CTRL está arriba o abajo; un láser está presente o ausente en la superficie de un DVD; una transacción en un cajero automático está autorizada o no; y mucho más. Al asignar valores lógicos de 1 y 0 a una opción específica de encendido/apagado, se pueden usar bits para transportar información sobre eventos físicos y permitir que esa información controle otras cosas mediante el procesamiento de los bits en un circuito digital.

El 1 lógico y el 0 lógico también se conocen como verdadero y falso, o alto y bajo. Pero, ¿qué exactamente? *son* ¿Qué son estos unos y ceros en un circuito digital? Son simplemente corrientes o voltajes altos o bajos, controlados y procesados por transistores. (En el capítulo 10, explico cómo funcionan los transistores y cómo pueden usarse como interruptores de encendido y apagado). Los niveles de voltaje comunes para representar datos digitales son 0 voltios para el 0 lógico (bajo) y (a menudo) 5 voltios para el 1 lógico (alto).

A *byte,* La memoria de acceso aleatorio (RAM), de la que probablemente haya oído hablar bastante, es una agrupación de ocho bits que se utiliza como unidad básica de información para el almacenamiento en sistemas informáticos. La memoria de acceso aleatorio (RAM) y los dispositivos de almacenamiento como CD y memorias USB utilizan bytes para organizar grandes cantidades de datos. Así como los bancos empaquetan 40 monedas de 25 centavos en un rollo de 25 centavos, 50 monedas de 10 centavos en un rollo de 10 centavos, y así sucesivamente para simplificar el proceso de entrega de cambio a los comerciantes para sus cajas registradoras, los sistemas informáticos empaquetan los bits de datos en bytes para simplificar el almacenamiento de información.

TECHNICAL STUFF

Sumar bits de números

En el decimal *(base 10)* En el sistema decimal, si se desea expresar un número mayor que 9, se deben usar más de un dígito. Cada posición, o lugar, en un número decimal representa un *potencia de diez* (10_0, 10_1, 10_2, 10_3, y así sucesivamente), y el valor del dígito (0–9) en esa posición es un multiplicador de esa potencia de diez. Con potencias de diez, el *exponente* (Ese pequeño número que aparece al lado del 10 te indica cuántas veces debes multiplicar 10 por sí mismo, es decir, $10._1$ es igual a 10, 10_2 es igual a 10× 10 que es 100, 10_3 es igual a 10×10×10 que es 1.000, y así sucesivamente. En cuanto a 10_0, simplemente es igual a 1 porque *cualquier* Un número elevado a la potencia cero es igual a 1. Por lo tanto, las posiciones en un número decimal, comenzando desde la posición más a la derecha, representan 1, 10, 100, 1000, etc. También se conocen como *valores posicionales* (unidades, decenas, centenas, millares, etc.). El dígito (0–9) en esa posición (o lugar) indica cuántas unidades, decenas, centenas, millares, etc. contiene ese número decimal.

Por ejemplo, el número 9,452 se puede escribir en *notación expandida* como

$$(9\times 1.000)+(4\times 100)+(5\times 10)+(2\times 1)+(\ \times\ )$$

Todo nuestro sistema matemático se basa en el número 10 (pero si los humanos solo tuviéramos ocho dedos, podríamos estar usando un *base 8* sistema), por lo que tu cerebro ha sido entrenado para pensar automáticamente en formato decimal (es como un lenguaje matemático). Al sumar dos dígitos, como 6 y 7, automáticamente interpretas el resultado, 13, como "1 grupo de 10 más 3 grupos de 1". Está arraigado en tu cerebro, tanto como tu lengua materna.

Bueno, el sistema binario es como otro lenguaje: utiliza la misma metodología, pero se basa en el número 2. Si quieres representar un número mayor que 1, necesitas más de un dígito y cada posición en tu número representa un *potencia de dos:* 2_0, 2_1, 2_2, 2_3, 2_4, y así sucesivamente, lo cual es lo mismo que 1, 2, 4, 8, 16, y así sucesivamente. El *poco* (un bit es un dígito binario, simplemente 0 o 1) que se encuentra en esa posición en tu número es un multiplicador de esa potencia de dos. Por ejemplo, el *número binario* 1101 se puede escribir en notación expandida como

$$(1\times 2^3)+(1\times 2^2)+(0\times 2^1)+(1\times 2^0)$$

Al traducir esto al formato decimal, puedes ver qué cantidad numérica representa la cadena de bits 1101:

$$\begin{aligned}&(1\times 8)+(1\times 4)+(0\times 2)+(1\times 1)\\&=8+4+0+1\\&=13\end{aligned}$$

Así que el número binario 1101 es igual al número decimal 13. Son simplemente dos formas diferentes de representar la misma cantidad física. Esto es análogo a decir "bonjour" o "buenos días" en lugar de "good day". Son simplemente palabras diferentes para el mismo saludo.

Al sumar dos números binarios, se utiliza la misma metodología que en el sistema decimal, pero con 2 como base. En el sistema decimal, pero en el sistema binario, $+1=2$, $+1=10$ (Recuerde, el número binario 10 representa Representa la misma cantidad que el número decimal 2). Las computadoras usan el sistema binario para operaciones aritméticas porque sus circuitos electrónicos pueden trabajar fácilmente con bits, que son simplemente voltajes (o corrientes) altos o bajos para ellos. El circuito que realiza la suma dentro de una computadora contiene varios transistores dispuestos de la manera correcta, de modo que cuando se aplican señales altas o bajas que representan los bits de dos números a las entradas de los transistores, el circuito produce la combinación correcta de salidas altas o bajas para representar los bits de la suma numérica. Exactamente cómo se hace esto está fuera del alcance de este libro, pero espero que ahora tenga una idea de cómo funciona este tipo de cosas.

Procesamiento de datos con puertas

*Puertas lógicas,*o simplemente*puertas,*Son pequeños circuitos digitales que aceptan uno o más bits de datos como entradas y producen un único bit de salida cuyo valor (1 o 0) se basa en una regla específica. De la misma manera que diferentes operadores aritméticos producen diferentes salidas para las mismas dos entradas (por ejemplo, tres...*más* dos produce cinco, mientras que tres*menos*dos produce uno), diferentes tipos de puertas lógicas producen diferentes salidas para las mismas entradas:

- ✓ **Puerta NO (inversor):**Esta puerta de entrada única produce una salida que invierte la entrada. Una entrada de 1 genera una salida de 0, y una entrada de 0 genera una salida de 1. Un nombre más común para una puerta NOT es *inversor.*
- ✓ **Puerta AND:**La salida es 1 solo si ambas entradas son 1. Si alguna de las entradas es 0, la salida es 0. Una puerta AND estándar tiene dos entradas, pero también se pueden encontrar puertas AND de tres, cuatro y ocho entradas. Para estas puertas, la salida es 1 solo si*todo*Las entradas son 1.
- ✓ **Puerta NAND:**Esta función se comporta como una puerta AND seguida de un inversor (de ahí el término NAND, que significa NOT AND). Produce una salida de 0 solo si todas sus entradas son 1. Si alguna entrada es 0, la salida es 1.
- ✓ **Puerta OR:**La salida es 1 si al menos una de sus entradas es 1. Produce una salida 0 solo si ambas entradas son 0. Una puerta OR estándar tiene dos entradas, pero también existen puertas OR de tres y cuatro entradas. Para estas puertas, la salida es 0 solo cuando todas las entradas son 0; si una o más entradas son 1, la salida es 1.
- ✓ **Puerta NOR:**Esto se comporta como una puerta OR seguida de una puerta NOT. Produce una salida de 0 si una o más de sus entradas son 1, y genera una salida de 1 solo si todas las entradas son 0.
- ✓ **Puerta XOR:**La puerta OR exclusiva produce una salida de 1 si una de las entradas (pero no ambas) es 1; de lo contrario, produce una salida de 0. Todas las puertas XOR tienen dos entradas, pero se pueden conectar en cascada varias puertas XOR para crear el efecto de XOR en múltiples entradas.
- ✓ **Puerta XNOR:**La puerta NOR exclusiva produce una salida de 0 si una de las entradas (pero no ambas) es 1. Todas las puertas XNOR tienen dos entradas.

La figura 11-1 muestra los símbolos del circuito para estas puertas lógicas comunes.

La mayoría de las puertas lógicas se construyen con diodos y transistores, que analizo en los capítulos 9 y 10. Dentro de cada puerta lógica hay un circuito que organiza estos componentes de forma precisa, de modo que al aplicar voltajes (o corrientes) de entrada que representan una combinación específica de bits de entrada, se obtiene un voltaje (o corriente) de salida que representa el bit de salida correspondiente. El circuito...

está integrado en un único chip con conductores, conocido como*patas,*proporcionando acceso a las entradas, salidas y conexiones de alimentación en el circuito.

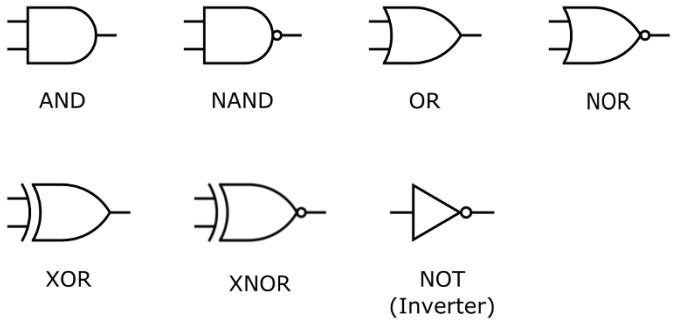


Figura 11-1:Símbolos de circuitos para puertas lógicas.

Generalmente se venden múltiples puertas lógicas en circuitos integrados, como un CI que contiene cuatro puertas NAND de dos entradas (llamadas*cuádruple de 2 entradas*Puerta NAND), como se muestra en la Figura 11-2. El encapsulado incluye pines que se conectan a las entradas y salidas de cada puerta, así como otros pines que conectan una fuente de alimentación al circuito. Consulte el sitio web del fabricante del circuito integrado para obtener una hoja de datos que indique qué pines son entradas, salidas, V+ (voltaje) y tierra. (A*ficha de datos*(Es como un manual de usuario; proporciona especificaciones técnicas e información sobre el rendimiento del chip).

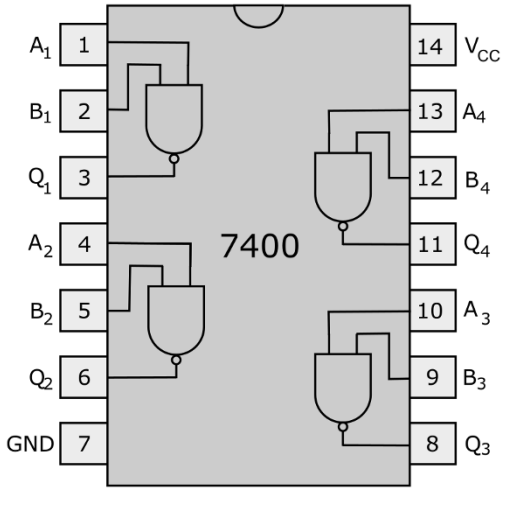


Figura 11-2: Diagrama funcional del circuito integrado de puerta NAND de 2 entradas cuádruple 7400 estándar de la industria.

Es posible que vea etiquetas además de V+ para el pin positivo de la fuente de alimentación en un circuito integrado. Los distintos fabricantes de chips utilizan convenciones diferentes, pero es común ver V_{DD}. Se utiliza en chips CMOS y V_{CC} se utiliza en chips TTL (ver Figura 11-2). Consulte la barra lateral "Conozca las familias lógicas" para obtener detalles sobre CMOS y TTL.

Asegúrese de que la pieza que compre tenga la cantidad de entradas necesarias para su proyecto. Recuerde que puede comprar puertas lógicas con más de dos entradas. Por ejemplo, puede encontrar una puerta NAND de 3 entradas en la mayoría de los proveedores de electrónica.

Al combinar solo puertas NAND o solo puertas NOR de la manera correcta, se puede crear cualquier otra función lógica. Por eso, a las puertas NAND y NOR a veces se les llama...*puertas universales.*Los fabricantes de chips generalmente construyen circuitos digitales utilizando sólo puertas NAND para poder concentrar sus esfuerzos de investigación y desarrollo en mejorar el proceso y el diseño de una sola puerta lógica básica.

Simplificando puertas con tablas de verdad

El seguimiento de todas las entradas 0 y 1 a las puertas lógicas y las salidas que producen puede resultar un poco confuso, especialmente para puertas con más de dos entradas, por lo que los diseñadores utilizan una herramienta llamada*tabla de verdad*Para mantener todo organizado. Esta tabla enumera todas las posibles combinaciones de entradas y sus correspondientes salidas para una función lógica dada.

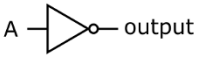
La Figura 11-3 muestra las tablas de verdad de las puertas lógicas NOT (inversor), AND, NAND, OR, NOR, XOR y XNOR, junto con los símbolos etiquetados para cada puerta. Cada fila de la tabla de verdad representa una instrucción lógica. Por ejemplo, la segunda fila de la tabla de verdad NAND indica lo siguiente:

NAND 1 ⇉

También puedes utilizar tablas de verdad para otros circuitos digitales, como un*medio sumador* Circuito diseñado para sumar dos bits y producir una salida compuesta por un bit de suma y un bit de acarreo. Por ejemplo, para la ecuación binaria 1 + 1 = 10, el bit de suma es 0 y el bit de acarreo es 1. La tabla de verdad del semisumador se muestra en la Figura 11-4.

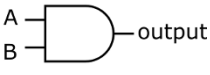
Si observa la columna de bits de acarreo en la tabla de verdad del semisumador, notará que se parece a la salida de la compuerta AND de dos entradas que se muestra en la Figura 11-3: Es decir, el bit de acarreo es el mismo que A AND B, donde A y B son los dos bits de entrada. De igual manera, el bit de suma es el mismo que A XOR B. ¿Cuál es la importancia de esto? Puede construir un semisumador usando una compuerta AND y una XOR. Introduzca los bits de entrada en ambas compuertas y use la compuerta AND para generar el bit de acarreo y la XOR para generar el bit de suma. (Vea la Figura 11-5).

NOT



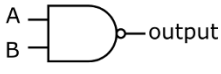
Input A	Output
0	1
1	0

AND



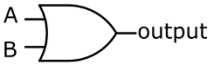
Input A	Input B	Output
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

NAND



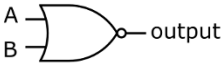
Input A	Input B	Output
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

OR



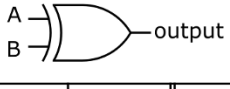
Input A	Input B	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOR



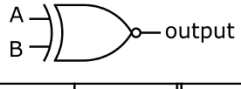
Input A	Input B	Output
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

XOR



Input A	Input B	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XNOR



Input A	Input B	Output
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Figura 11-3: Las tablas de verdad le indican las salidas de una puerta lógica para cada combinación de entradas.

Creación de componentes lógicos

Al conectar varios sumadores de la manera correcta, puedes crear un circuito digital más grande que toma dos entradas de varios bits, como 10110110 y 00110011, y produce su suma, 11101001. (En notación decimal, esa suma es 182 + 51 = 233).

Inputs		Outputs	
A	B	Carry	Sum
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Figura 11-4: La tabla de verdad para el circuito semisumador.

Puedes crear muchísimas otras funciones complejas combinando múltiples puertas AND, OR y NOT. Todo depende de qué puertas uses y cómo las interconectes. Piensa en formar palabras a partir de letras. Con solo 26 opciones diferentes, puedes crear millones de palabras. Asimismo, puedes crear circuitos que realicen funciones matemáticas (como sumadores, multiplicadores y muchas otras) conectando un gran número de puertas en la combinación correcta.

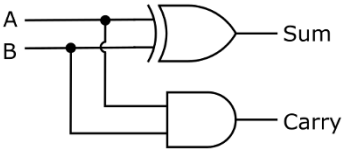


Figura 11-5: El circuito semisumador consta de una puerta AND y una puerta XOR.

A lo largo de los años, los diseñadores de circuitos digitales han perfeccionado el diseño de sumadores y otros circuitos digitales de uso común, descubriendo formas inteligentes de acelerar el tiempo de cálculo, reducir la disipación de energía y garantizar Que los resultados sean precisos, incluso en condiciones de circuito adversas, como temperaturas extremas. Los diseños de circuitos digitales de eficacia comprobada se convierten comúnmente en productos de circuitos integrados estandarizados, para que usted y otros constructores de circuitos no tengan que recrear la rueda una y otra vez.

Almacenamiento de bits en registros

Conectar docenas de puertas en una compleja red de circuitos presenta un pequeño problema de temporización. Al cambiar las entradas de las puertas en una etapa lógica, las salidas también lo harán, pero no instantáneamente. (Cada puerta tarda un tiempo, aunque muy breve, en reaccionar). Estas salidas alimentan las entradas a otra etapa lógica, y así sucesivamente.

Los dispositivos lógicos complejos utilizan circuitos especiales llamados *registros* entre etapas de la lógica para sostener (o almacenan) los bits de salida de una etapa durante un breve periodo antes de permitir su aplicación a la siguiente etapa lógica. Los registros envían su contenido y aceptan nuevo contenido al recibir una señal conocida como *tictac del reloj*, Esto da a cada puerta tiempo suficiente para calcular su salida. Las señales de reloj se generan mediante circuitos de temporización de precisión especiales. (Consulte la sección sobre el temporizador 555 más adelante en este capítulo para obtener más información sobre cómo crear relojes y registros).

Uso de circuitos integrados

Los circuitos integrados no se parecen en nada a los componentes discretos, como resistencias, condensadores y transistores individuales, que tienen dos o más cables conectados directamente al componente dentro del encapsulado. Los componentes prefabricados en miniatura dentro de un CI ya están interconectados en un gran circuito, listos para realizar una tarea específica. Solo hay que añadir algunos ingredientes, por ejemplo, la alimentación y una o más señales de entrada, y el CI hará su trabajo. Parece sencillo, ¿verdad? Pues lo es. Solo hay que saber leer los encapsulados de los CI, porque todos parecen criaturas negras de múltiples patas, para saber cómo hacer las conexiones correctas.

Identificación de circuitos integrados con números de pieza

Cada circuito integrado tiene un código único, como 7400 o 4017, para identificar el tipo de dispositivo (en realidad, el circuito) que contiene. Puedes usar este código, también conocido como *número de pieza,* Para consultar las especificaciones y parámetros de un circuito integrado (CI) en un recurso en línea. El código está impreso en la parte superior del chip.

Muchos circuitos integrados (CI) también contienen otra información, como el número de catálogo del fabricante e incluso un código que indica cuándo se fabricó el chip. No confunda el código de fecha ni el número de catálogo con el número de pieza utilizado para identificar el dispositivo. Los fabricantes no tienen un estándar universal para estampar el código de fecha en sus circuitos integrados, por lo que podría tener que investigar un poco para identificar el número de pieza real del CI.

El embalaje lo es todo

Las grandes cosas vienen en paquetes pequeños. Muchos circuitos integrados que caben en la palma de la mano contienen circuitos increíblemente complejos; por ejemplo, un circuito completo de radio AM/FM (menos la batería y la antena) cabe en un paquete de circuito integrado del tamaño de una moneda de cinco centavos. El circuito en sí es tan pequeño que los fabricantes tienen que montarlo en un paquete de plástico o cerámica de tamaño razonable para que los humanos puedan usarlo. Durante el proceso de *conjunto de chips,* Los cables se conectan a los puntos de acceso del circuito apropiados y se extraen del gabinete del paquete para que usted y otras personas como usted puedan obtener corriente que fluya hacia, a través y desde el circuito interior.

Muchos circuitos integrados utilizados en proyectos de electrónica de aficionados se ensamblan en *paquetes duales en línea (DIP),* como los de la Figura 11-6. Los DIP (a veces llamados DIL) son paquetes de plástico o cerámica de forma rectangular con dos filas paralelas de cables, llamados *patas,* A ambos lados. Los DIP contienen entre 4 y 64 pines, pero los tamaños más comunes son 8, 14 y 16 pines.

Conozca las familias lógicas

Los fabricantes pueden construir circuitos integrados digitales de muchas maneras. Una sola puerta puede construirse usando una resistencia y un transistor, o solo transistores bipolares, o solo MOSFET (otro tipo de transistor), u otras combinaciones de componentes. Ciertos enfoques de diseño facilitan la integración de muchas puertas diminutas en un chip, mientras que otros resultan en circuitos más rápidos o un menor consumo de energía.

Cada circuito integrado digital se clasifica según el enfoque de diseño y la tecnología de procesamiento empleada para construir sus diminutos circuitos. Estas clasificaciones se denominan *familias lógicas.* Hay literalmente docenas de familias lógicas, pero las dos familias más famosas son TTL y CMOS.

TTL, o *lógica transistor-transistor,* Utiliza transistores bipolares para construir tanto puertas como amplificadores. Fabricar circuitos integrados TTL es relativamente económico, pero generalmente consumen mucha energía y requieren una fuente de alimentación específica (5 voltios). Varias ramas de la familia TTL, en particular... *Schottky de baja potencia* serie, consumen aproximadamente una quinta parte de la potencia de la tecnología TTL convencional. La mayoría de los circuitos integrados TTL utilizan el 74*xx* y 74*xxx* formato para los números de pieza, donde *xx* o *xxx* Especifica un tipo particular de dispositivo lógico. Por ejemplo, el 7400 es una puerta NAND cuádruple de dos entradas. La versión Schottky de bajo consumo de esta pieza se codifica como 74LS00.

CMOS, que significa *semiconductor complementario de óxido metálico,* es un tipo de tecnología utilizada para fabricar MOSFET (transistores de efecto de campo semiconductores de óxido metálico). (¡Puedes entender por qué esta familia acortó su nombre a CMOS!) Los chips CMOS son un poco más caros que sus equivalentes TTL, pero consumen mucha menos energía y funcionan en un rango más amplio de voltajes de suministro (de 3 a 15 voltios). Requieren un manejo especial porque son muy sensibles a la electricidad estática. Algunos chips CMOS son equivalentes pin a pin de los chips TTL y se identifican con una C en el medio del número de pieza. Por ejemplo, el 74C00 es una puerta NAND CMOS cuádruple de 2 entradas con la misma asignación de pines que su primo, el CI TTL 7400. Los chips de la serie 40xx, por ejemplo, el contador de décadas 4017 y el controlador de pantalla de 7 segmentos 4511, también son miembros de la familia CMOS.

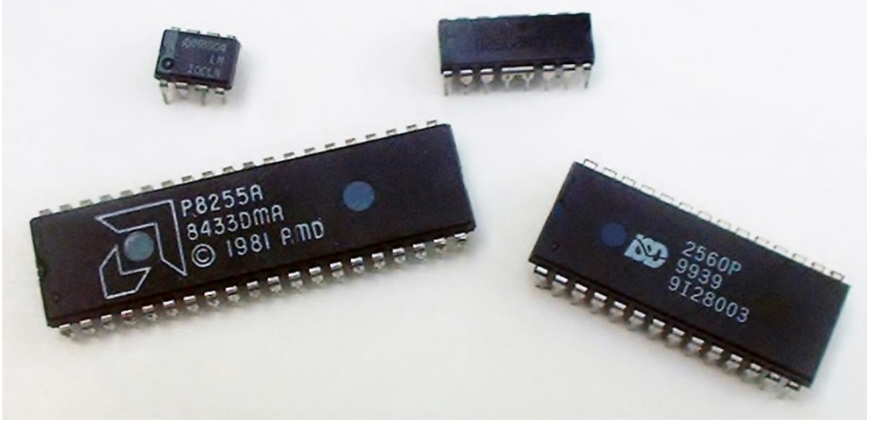


Figura 11-6: Una forma popular de circuito integrado es el paquete dual en línea (DIP).

Los DIP están diseñados para ser *montado a través del orificio* En una placa de circuito impreso (PCB), con los pines extendiéndose a través de orificios en la placa y soldados en el otro lado. Puede soldar pines DIP directamente a una placa de circuito o usar *enchufes* Diseñado para sujetar el chip sin doblar los pines. Se sueldan las conexiones del zócalo al circuito y luego se inserta el chip en él. Los DIP también encajan perfectamente en los orificios de contacto de las placas de pruebas sin soldadura (que se explican en el capítulo 15), lo que facilita la creación de prototipos de circuitos.

Los circuitos integrados (CI) utilizados en productos de producción en masa suelen ser más complejos y requieren una mayor cantidad de pines que los que pueden proporcionar los DIP, por lo que los fabricantes han desarrollado (y siguen desarrollando) formas ingeniosas de encapsular los CI y conectarlos a las placas de circuito impreso. Para ahorrar espacio en la placa (conocido como *bienes raíces*), la mayoría de los circuitos integrados actuales se montan directamente en conexiones metálicas integradas en las placas de circuito impreso (PCB). Esto se conoce como *tecnología de montaje superficial (SMT),* y muchos encapsulados de CI están diseñados específicamente para usarse de esta manera. Uno de estos encapsulados de CI de montaje superficial es el *circuito integrado de contorno pequeño (SOIC),* que parece un DIP más corto y estrecho con conductores doblados (llamados *ala de gaviota* dirige).

El encapsulado SMT se ha generalizado tanto que a menudo es difícil encontrar ciertos circuitos integrados (CI) en encapsulado DIP. Si desea utilizar un CI de montaje superficial en una placa de pruebas sin soldadura (ya que es posible que no encuentre la versión DIP), busque módulos adaptadores DIP especiales que conviertan varios CI de montaje superficial. Desde paquetes IC hasta paquetes DIP compatibles con pines, que puedes conectar directamente a tu placa de pruebas. (Busca "adaptador DIP" en tu buscador de internet para obtener una lista de proveedores de estos dispositivos).

Algunos circuitos integrados son muy sensibles a la electricidad estática (de la que hablo en el capítulo 13), así que, al guardarlos, asegúrese de envolverlos en una espuma conductora especial (que venden la mayoría de los proveedores de electrónica). Y antes de manipular un circuito integrado, asegúrese de usar una pulsera antiestática o descárguese tocando un material conductor conectado a tierra (como la carcasa metálica de su ordenador) para evitar electrocutarlo y preguntarse por qué no funciona. (No cuente con que las tuberías metálicas de su casa sirvan como conducto para la disipación de la carga estática. Muchos sistemas de fontanería domésticos utilizan tuberías de plástico, por lo que las tuberías metálicas que ve en su casa no necesariamente están conectadas a tierra).

Sondeo de pines de CI

Los pines de un encapsulado de CI proporcionan conexiones a los diminutos circuitos integrados que contiene. Sin embargo, lamentablemente, no están etiquetados en el encapsulado, por lo que es necesario consultar la hoja de datos del CI en cuestión para realizar las conexiones correctas. Entre otras cosas, la hoja de datos proporciona la información del CI. *asignación de pines,* que describe la función de cada pin.

Utilice un motor de búsqueda, como Google o Yahoo!, para encontrar hojas de datos de los circuitos integrados más comunes (y muchos poco comunes).

Para determinar qué pin es cuál, mira hacia abajo en la parte superior del CI (no hacia arriba en la parte inferior de la pequeña criatura) para encontrar el*marca de reloj,*Esta suele ser una pequeña muesca en el empaque, pero podría ser un pequeño hoyuelo o una franja blanca o de color. (Algunos circuitos integrados tienen varias marcas). Por convención, los pines de un circuito integrado se numeran en sentido antihorario, comenzando por el pin superior izquierdo más cercano a la marca de sincronización. Por ejemplo, con la muesca de sincronización orientada al chip a las 12 en punto, los pines de un circuito integrado de 14 pines se numeran del 1 al 7 en el lado izquierdo y del 8 al 14 en el lado derecho, como se muestra en la Figura 11-7.

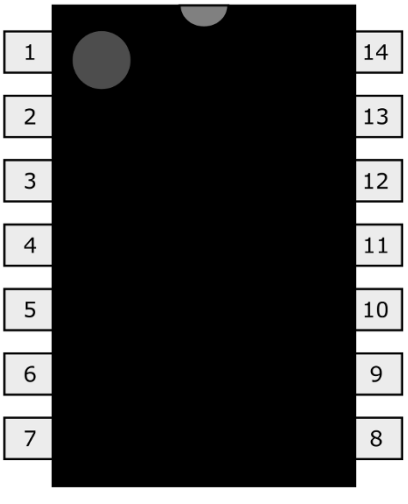


Figura 11-7: La numeración de los pines del CI se ejecuta en sentido antihorario desde la esquina superior izquierda.

No asuma que todos los circuitos integrados con la misma cantidad de pines tienen el mismo *distribución de pines* (disposición de las conexiones externas, en este caso, pines), o incluso que usen los mismos pines para las conexiones de alimentación. Y nunca...*¡nunca!*—Realizar conexiones aleatorias a los pines del circuito integrado, bajo la idea errónea de que se pueden explorar diferentes conexiones hasta que el circuito integrado funcione. Esa es una forma infalible de destruir un circuito defectuoso e indefenso.

Muchos diagramas de circuitos (esquemas) indican las conexiones de los circuitos integrados mostrando un esquema del CI con números junto a cada pin. Los números corresponden a la secuencia en sentido antihorario de los pines del dispositivo.

Visto desde arriba. (Recuerda, empieza con 1 en la esquina superior izquierda y cuenta hacia arriba a medida que avanzas en sentido antihorario alrededor del chip). Puedes usar este tipo de diagramas para cablear fácilmente un circuito integrado, ya que no necesitas buscar el dispositivo en un libro ni en una hoja de datos. Solo asegúrate de seguir el esquema y contar los pines correctamente.

Si un esquema no incluye los números de pines, necesita encontrar una copia del diagrama de pines. Para circuitos integrados estándar, puede encontrar estos diagramas en línea; para circuitos integrados no estándar, debe visitar el sitio web del fabricante para obtener la hoja de datos.

Confiando en las hojas de datos de CI

Las hojas de datos de circuitos integrados son como manuales de usuario que proporcionan información detallada sobre el interior, el exterior y el uso recomendado de un circuito integrado. Las crea el fabricante del circuito integrado y suelen tener varias páginas. La información típica que contiene una hoja de datos incluye:

- ✓ Nombre del fabricante
- ✓ Nombre del IC y número de pieza
- ✓ Formatos de embalaje disponibles (por ejemplo, DIP de 14 pines) y fotografías de cada formato
- ✓ Dimensiones y diagramas de distribución de pines
- ✓ Breve descripción funcional
- ✓ Clasificaciones mínimas y máximas (como voltajes de suministro de energía, corrientes, potencia y temperatura)
- ✓ Condiciones de funcionamiento recomendadas
- ✓ Formas de onda de entrada/salida (que muestran cómo el chip cambia una señal de entrada)

Muchas hojas de datos incluyen diagramas de circuitos de ejemplo que ilustran cómo usar el circuito integrado en un circuito completo. Puedes obtener mucha orientación y buenas ideas en las hojas de datos de circuitos integrados. ¡A veces vale la pena leer el manual del usuario!

Los fabricantes suelen publicar notas de aplicación para sus circuitos integrados. *nota de aplicación* (A menudo llamado un *nota de la aplicación*) es un documento de varias páginas que explica con mayor detalle que la hoja de datos cómo utilizar el CI en un *solicitud*—un circuito diseñado para una tarea práctica específica.

Corriente de suministro y de descenso

Debido a que el interior de los circuitos integrados está oculto a la vista, es difícil saber exactamente cómo fluye la corriente al conectar una carga u otro circuito a los pines de salida del CI. Normalmente, las hojas de datos especifican cuánta corriente puede generar o absorber una salida del CI. Se dice que una salida... *corriente de fuente*Cuando la corriente fluye fuera del pin de salida, y *corriente de sumidero*cuando la corriente fluye hacia el pin de salida.

Si conecta un dispositivo, por ejemplo una resistencia, entre un pin de salida y el terminal positivo de un

Si se conecta una fuente de alimentación y la salida se vuelve baja (0 voltios), la corriente fluirá a través de la resistencia hacia el circuito integrado (CI), que la absorbe. Si se conecta una resistencia entre el pin de salida y la alimentación negativa (tierra), y la salida se vuelve alta, la corriente saldrá del CI y fluirá a través de la resistencia; el CI genera la corriente. Consulte la hoja de datos para conocer la corriente máxima de fuente o de disipador (que suelen ser el mismo valor) de la salida de un CI.

Usando tu lógica

En esta sección, aprenderá de primera mano cómo realizar las conexiones correctas a un circuito integrado de puerta lógica NAND y observará cómo cambia la salida al experimentar con diversas combinaciones de entradas. Después, aprenderá a crear otro tipo de puerta lógica, una puerta OR, combinando puertas NAND de la forma correcta.

Aquí están las piezas que necesitas para construir los dos circuitos en esta sección:

- ✓ Cuatro pilas AA de 1,5 voltios
- ✓ Un soporte para cuatro pilas (para pilas AA) con clip para pilas
- ✓ Un circuito integrado de puerta NAND cuádruple de 2 entradas, 74C00 o 74HC00
- ✓ Cuatro resistencias de 10 kΩ (marrón-negro-naranja)
- ✓ Dos resistencias de 470 Ω (amarillo-violeta-marrón)
- ✓ Cuatro interruptores unipolares y de doble tiro (SPDT)
- ✓ Dos LED (de cualquier tamaño, de cualquier color)
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura y varios cables puente

Los chips 74C00 y 74HC00 son chips CMOS (véase el recuadro "Conozca las familias lógicas", anteriormente en este capítulo). Puede usar una NAND de 2 entradas diferente, siempre que verifique la distribución de pines y los requisitos de la fuente de alimentación. Por ejemplo, la 4011 es otra puerta NAND CMOS de 2 entradas, pero tiene una distribución de pines diferente a la del circuito integrado 74HC00. El circuito integrado 7400 es un chip NAND TTL de 2 entradas con la misma distribución de pines.

como el IC 74HC00, pero requiere una fuente de alimentación de 5 voltios bastante estable, por lo que necesitará usar un*regulador de voltaje,*Como el LM7805, junto con un par de condensadores. Se suministran 9 voltios al LM7805 y este genera una tensión constante de 5 voltios que se puede usar para alimentar el circuito integrado 7400.

Viendo la luz al final de la puerta NAND

El circuito de la Figura 11-8 utiliza un LED para indicar el estado alto (1) o bajo (0) de la salida de una puerta NAND de dos entradas.

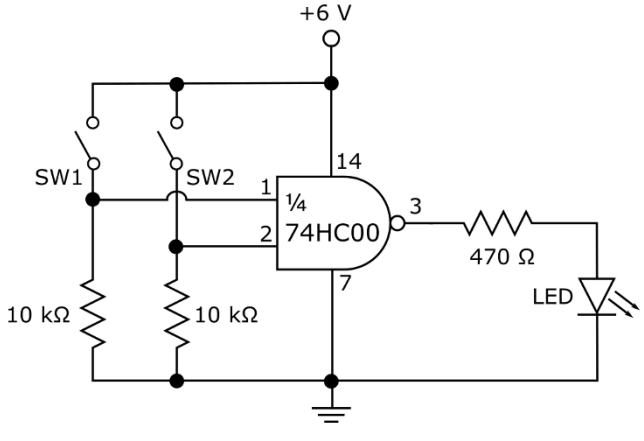


Figura 11-8: Utilice un LED para mostrar la salida de una puerta lógica NAND.

Configure el circuito utilizando la Figura 11-9 como guía y teniendo en cuenta la siguiente información importante:

- ✓ El IC 74HC00 es un chip CMOS de alta velocidad que es sensible a la estática, así que asegúrese de revisar las precauciones descritas en el Capítulo 13 para evitar dañar el chip e inserte el IC al último, pero antes de aplicar energía, cuando arme el circuito, como se sugiere en el Capítulo 15.
- ✓ En este circuito, se utiliza solo un lado de cada interruptor SPDT para que funcione como interruptor de encendido/apagado (consulte el Capítulo 4 para más detalles). Conecte el terminal central y un terminal del extremo al circuito y deje el otro terminal sin conectar.

Recuerde que la salida de una compuerta NAND (NO AND) es alta cuando una o ambas entradas son bajas, y la salida de una compuerta NAND es baja solo cuando ambas entradas son altas. La alta se define por la fuente de alimentación positiva (6 V) y la baja por 0 V.

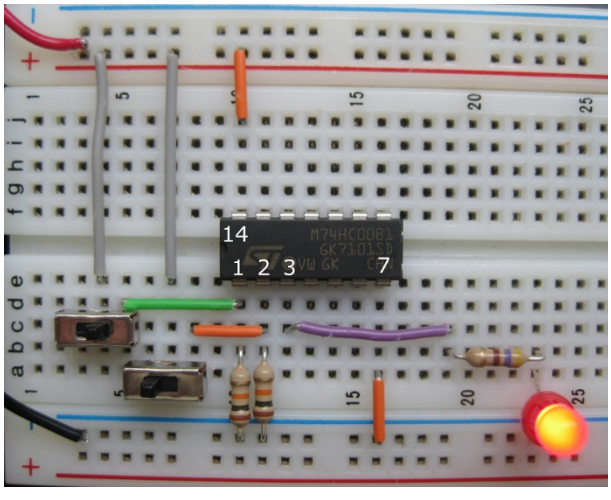


Figura 11-9: Con SW1 (interruptor superior) encendido (control deslizante hacia la derecha) y SW2 (interruptor inferior) apagado (control deslizante hacia la izquierda), el LED se ilumina para mostrar que 1 NAND 0 = 1. (Se han agregado etiquetas de números de pin).

Al cerrar uno de los interruptores, la entrada se activa porque se conecta el voltaje positivo de la fuente de alimentación a la entrada. Al abrir uno de los interruptores, la entrada se activa porque está conectada a tierra (0 V) mediante una resistencia.

Pruebe la funcionalidad de la puerta NAND probando las cuatro combinaciones de interruptores abiertos y cerrados, completando la tabla que se proporciona aquí (que es esencialmente una tabla de verdad).

Entrada 1	Entrada 2	Salida (Alta = LED encendido; Baja = LED apagado)
Bajo (SW1 abierto)	Bajo (SW2 abierto)	
Bajo (SW1 abierto)	Alto (SW2 cerrado)	
Alto (SW1 cerrado)	Bajo (SW2 abierto)	
Alto (SW1 cerrado)	Alto (SW2 cerrado)	

¿Viste que el LED se encendía cuando uno o ambos interruptores estaban abiertos? ¿Se apagó el LED cuando ambos interruptores estaban cerrados? ¡Di la verdad!

Convertir tres puertas NAND en una puerta OR

Se pueden combinar varias puertas NAND para crear cualquier otra función lógica. En el circuito de la Figura 11-10, se combinan tres puertas NAND para crear una puerta OR. Las entradas de la puerta OR se controlan mediante los interruptores SW3 y SW4. La salida de la puerta OR se indica mediante el estado encendido/apagado del LED.

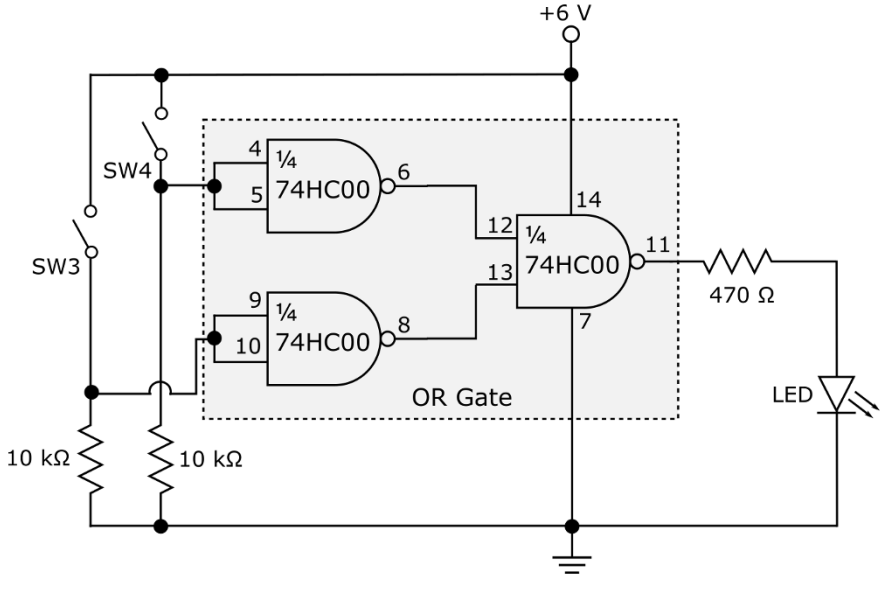


Figura 11-10: Tres puertas NAND configuradas para crear una puerta OR.

Cada una de las dos puertas NAND de la izquierda funciona como una puerta NOT (o inversora). Cada puerta NAND conecta las entradas, de modo que una entrada baja produce una salida alta, y una entrada alta produce una salida baja. La puerta NAND de la derecha produce una salida alta cuando una o ambas entradas están en nivel bajo, lo que ocurre cuando uno o ambos interruptores (SW3 y SW4) están cerrados. En resumen, si uno o ambos interruptores están cerrados, la salida del circuito es alta. ¡Eso es una puerta OR!

Configure el circuito, evitando la estática. Puede usar las tres puertas NAND restantes del circuito integrado 74HC00 que utilizó para construir el circuito de la Figura 11-9. La Figura 11-11 muestra los circuitos de las Figuras 11-8 y 11-10 configurados juntos con un solo 74HC00. ¡Procure no cruzar los cables!

Pruebe el funcionamiento abriendo y cerrando los interruptores. El LED debería encenderse al cerrar uno o ambos interruptores.

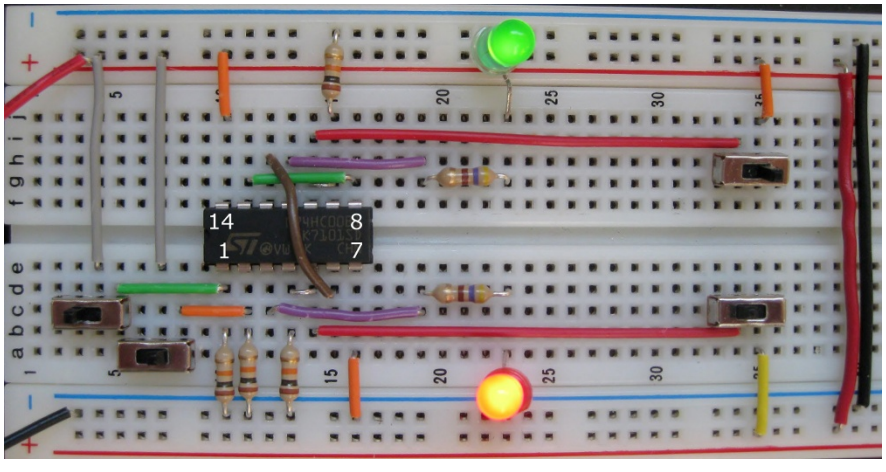


Figura 11-11: Se utiliza el 74HC00 para demostrar una puerta NAND simple y una puerta OR compuesta por tres puertas NAND. (Se han añadido etiquetas para los cuatro pines de las esquinas).

Pasando el rato con algunos circuitos integrados populares

Hoy en día, se puede encontrar una oferta aparentemente infinita de circuitos integrados en el mercado, pero dos en particular son ampliamente conocidos por su excepcional versatilidad y facilidad de uso: el amplificador operacional (en realidad, un tipo de circuito integrado) y el temporizador 555. Vale la pena familiarizarse bien con estos dos circuitos si se pretende adquirir, aunque sea mínimamente, un hábito de la electrónica.

En esta sección, describo estos dos circuitos integrados populares y un circuito integrado adicional: el contador de décadas CMOS 4017. El temporizador 555 y el contador de décadas 4017 se utilizan en proyectos del Capítulo 17, por lo que las siguientes secciones ofrecen un breve resumen de su funcionamiento.

amplificadores operacionales

El tipo más popular de CI lineal (analógico) es sin duda el *amplificador operacional,* apodado el *amplificador operacional,* Diseñado para amplificar una señal débil, un amplificador operacional contiene varios transistores, resistencias y condensadores, y ofrece un rendimiento más robusto que un solo transistor. Por ejemplo, un amplificador operacional puede proporcionar una amplificación uniforme en un rango de frecuencias mucho más amplio. *(ancho de banda)* que un amplificador de un solo transistor.

La mayoría de los amplificadores operacionales vienen en DIP de 8 pines (como se muestra en la Figura 11-12) e incluyen dos pines de entrada (pin 2, conocido como el *entrada inversora,* y el pin 3, conocido como el *entrada no inversora*) y un pin de salida (pin 6). Un amplificador operacional es un tipo de *amplificador diferencial:* El circuito dentro del amplificador operacional produce una señal de salida que es un múltiplo de la *diferencia* entre las señales aplicadas a las dos entradas.

Utilizada de cierta manera, esta configuración puede ayudar a eliminar el ruido (voltajes no deseados) en la señal de entrada restándolo de lo que se amplifica.

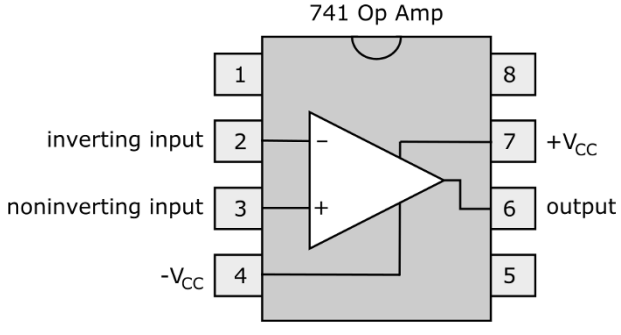


Figura 11-12: Distribución de pines de un amplificador operacional estándar de 8 pines, como el LM741.

Se puede configurar un amplificador operacional para multiplicar una señal de entrada por un factor de ganancia conocido, determinado por resistencias externas. Una de estas configuraciones, conocida como*amplificador inversor,*Se muestra en la Figura 11-13.

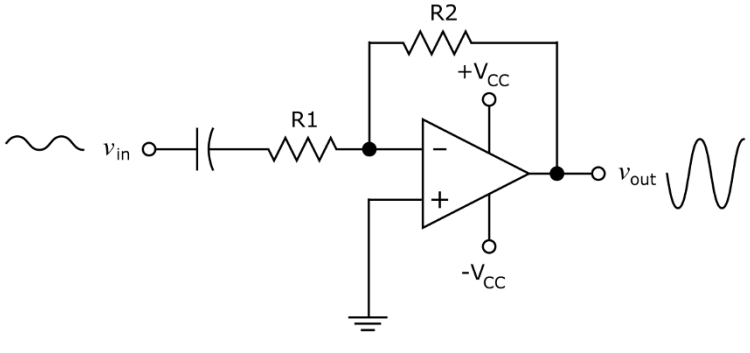


Figura 11-13: Un circuito amplificador operacional inversor proporciona una ganancia uniforme en un amplio rango de frecuencias.

Los valores de las resistencias conectadas al amplificador operacional determinan la ganancia del circuito amplificador inversor:

$$\text{ain} = -\frac{R2}{R1}$$

El signo negativo indica que la señal de entrada está invertida, o *invertida*, para producir la señal de salida. Digamos, por ejemplo, que el valor de *R2* es de 10 kΩ y la de *R1* Es de 1 kΩ. La ganancia es de –10. Con una ganancia de –10, una señal de entrada de 1 V (valor pico) produce una señal de salida invertida de 10 V (valor pico).

Para usar el amplificador inversor, simplemente se aplica una señal (por ejemplo, la salida de un micrófono) entre los pines de entrada. La señal, amplificada varias veces, aparece en la salida, donde puede alimentar un componente, como un altavoz.

La mayoría de los amplificadores operacionales requieren voltajes de alimentación tanto positivos como negativos. Un voltaje de alimentación positivo, V, en el rango de 8 a 12 V (conectado al pin 7) y un voltaje de alimentación negativo, –V, en el rango de –8 a –12 V (conectado al pin 4) funcionan correctamente. (Si busca información más sencilla, puede encontrar notas de aplicación sobre cómo operar estos amplificadores operacionales de doble alimentación con una sola fuente de alimentación).

Hay una gran cantidad de amplificadores operacionales diferentes a precios que van desde unos pocos centavos por circuitos integrados de amplificador operacional estándar, como el amplificador operacional de uso general LM741, hasta $10 o más por amplificadores operacionales de alto rendimiento.

Máquina del tiempo IC: el temporizador 555

Uno de los circuitos integrados más populares y fáciles de usar es el versátil temporizador 555, introducido en 1971 y aún ampliamente utilizado, con más de mil millones de unidades producidas al año. Este pequeño y potente dispositivo puede utilizarse para diversas funciones en circuitos analógicos y digitales, principalmente para la temporización (desde microsegundos hasta horas), y es la piedra angular de muchos proyectos (como se ve en el capítulo 17).

La Figura 11-14 ilustra las asignaciones de pines para el temporizador 555. Entre las funciones de los pines se encuentran

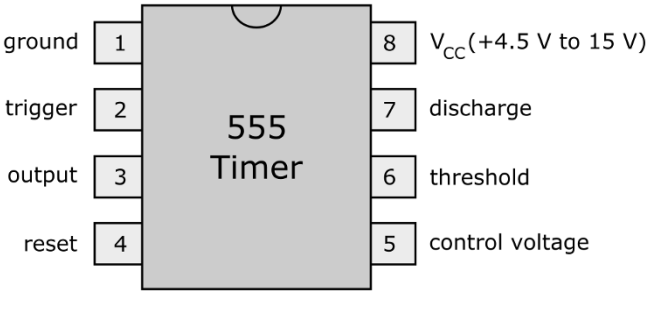


Figura 11-14: Distribución de pines del IC temporizador 555.

- **Entrada de disparo:** Al aplicar un voltaje bajo al pin 2, se activa el circuito de temporización interno para que comience a funcionar. Esto se conoce como *activo bajo* desencadenar.
- **Pin de salida:** La forma de onda de salida aparece en el pin 3.
- **Reiniciar:** Si se aplica un voltaje bajo al pin 4, se restablece la función de temporización y el pin de salida (pin 3) se pone a bajo. (Algunos circuitos no utilizan la función de restablecimiento y este pin está conectado a la fuente de alimentación positiva).
- **Entrada de voltaje de control:** Si desea anular el circuito de disparo interno (lo que normalmente no hace), aplique un voltaje al pin 5. De lo contrario, conecte el pin 5 a tierra, preferiblemente a través de un cable de 0,01 *micras* Condensador F.
- **Entrada de umbral:** Cuando el voltaje aplicado al pin 6 alcanza un nivel determinado (normalmente dos tercios del voltaje positivo de la fuente de alimentación), el ciclo de temporización finaliza. Se conecta una resistencia entre el pin 6 y la fuente de alimentación positiva. El valor de esta... *resistencia de temporización* influye en la duración del ciclo de cronometraje.
- **Pasador de descarga:** Conectas un condensador al pin 7. El tiempo de descarga de este *condensador de temporización* influye en la duración de los intervalos de tiempo.

Existen varios modelos del temporizador IC 555. El temporizador 556 es una versión dual del 555, encapsulado en un DIP de 14 pines. Los dos temporizadores internos comparten los mismos pines de alimentación.

Conectando algunas resistencias, condensadores e interruptores a los distintos pines del temporizador 555, puedes conseguir que esta pequeña joya realice multitud de funciones, y es increíblemente fácil. Puedes encontrar información detallada y fácil de leer sobre sus diversas aplicaciones en las hojas de datos. Aquí analizo tres formas populares de configurar un circuito de temporización con un 555.

Multivibrador astable (oscilador)

El 555 puede comportarse como un *multivibrador astable,* que es simplemente un término elegante para describir una especie de metrónomo electrónico. Al conectar componentes al chip (como se muestra en la Figura 11-15), se configura el 555 para producir una serie continua de pulsos de voltaje que alternan automáticamente entre bajo (0 voltios) y alto (el voltaje de alimentación positivo, V), como se muestra en la Figura 11-16. (El término *estable* se refiere al hecho de que este circuito no se establece en un estado estable, sino que sigue cambiando por sí solo entre dos estados diferentes). Este circuito de autoactivación también se conoce como *oscilador.*

Puedes utilizar el multivibrador astable 555 para muchas cosas divertidas:

- **Luces de flash:** Un tren de pulsos de baja frecuencia (<10 Hz) puede controlar el encendido y apagado de un LED o una lámpara (consulte el proyecto de intermitente LED en el Capítulo 17).
- **Crear un metrónomo electrónico:** Utilice un tren de pulsos de baja frecuencia (<20 Hz) como entrada a un altavoz o transductor piezoeléctrico para generar un sonido de clic periódico.

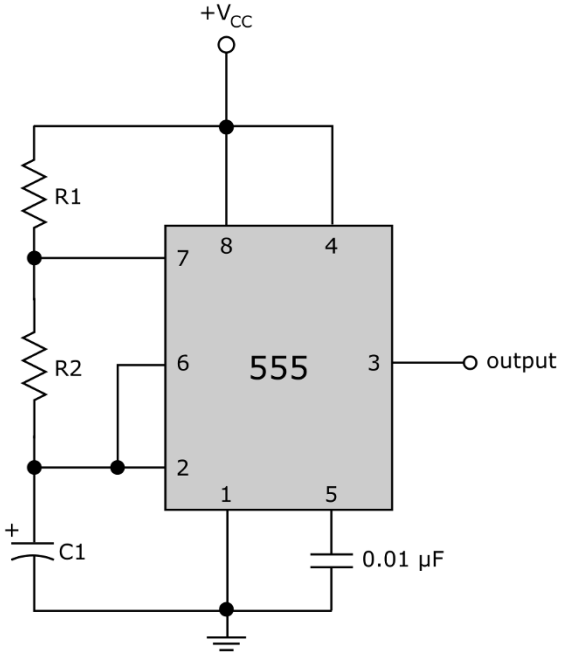


Figura 11-15: Una configuración de circuito multivibrador astable 555.

- ✓ **Dar la señal de alarma:**Al configurar la frecuencia en el rango de audio (20 Hz a 20 kHz) y alimentar la salida a un altavoz o transductor piezoeléctrico, puede producir un tono fuerte y molesto (consulte los proyectos de sirena y alarma con detección de luz en el Capítulo 17).
- ✓ **Reloj de un chip lógico:**Puede ajustar los anchos de pulso para que coincidan con las especificaciones de la señal que sincroniza la lógica dentro de un chip, como el contador de décadas 4017 que describo más adelante en este capítulo (consulte los proyectos de cazador de luz y simulador de semáforo en el Capítulo 17).

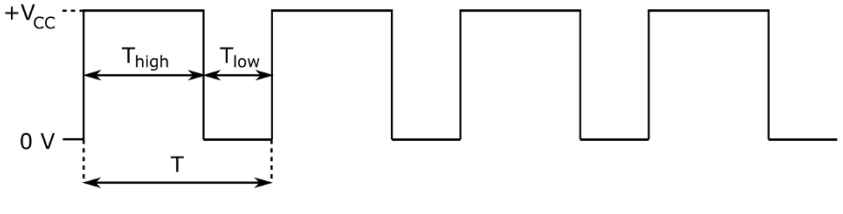


Figura 11-16: Serie de pulsos de voltaje de un circuito multivibrador astable 555. Componentes externos controlan la anchura del pulso.

La frecuencia *F* (en hercios), que es el número de ciclos completos de subida y bajada por segundo, de la onda cuadrada producida está determinada por su elección de tres componentes externos, de acuerdo con esta ecuación:

$$= \frac{1.44}{(R12 R2) \times C1}$$

Si inviertes el numerador y el dominador en esa ecuación, obtienes *período de tiempo* (T), que es la duración (en segundos) de un pulso completo de subida y bajada:

$$= 0.693 R(12 R2 C1) \times$$

Puedes configurar tu circuito de forma que el ancho de la parte alta del pulso sea diferente del ancho de la parte baja. Para hallar el ancho de la parte alta del pulso (expresado como T), utiliza la siguiente ecuación:

$$_{alto} = 0.693 \times (R1 R2) C1 \times$$

El ancho de la parte baja del pulso (expresado como T) se puede encontrar así:

$$_{bajo} = 0.693 R2 C1 \times$$

Si *R2* es mucho, mucho más grande que *R1* Los anchos de pulso alto y bajo serán bastante iguales. Si *R2* = *R1* La parte alta del pulso será el doble de ancha que la baja. Ya te haces una idea.

También puedes utilizar un potenciómetro (resistencia variable) en serie con una resistencia pequeña como *R1* o *R2* y ajustar su resistencia para variar los pulsos.

Para elegir valores para *R1, R2,* y *C1,* Te sugiero que sigas estos pasos:

1. **Elige *C1*.** Decide qué rango de frecuencia quieres generar y elige un condensador adecuado. Cuanto menor sea el rango de frecuencia, mayor será el condensador que deberás elegir. (Supón que... *R1* y *R2* estará en algún lugar en el rango de 10 kΩ a 1 MΩ). Para muchas aplicaciones de baja frecuencia, los valores de los condensadores de entre 0,1 *micras* F y 10 *micras* F funcionan bien. Para aplicaciones de mayor frecuencia, elija un condensador en el rango de 0,01 *micras* F a 0,001 *micras* F.

2. **Elige *R2*.** Decide qué tan ancha debe ser la parte baja del pulso y elige el valor de *R2* que producirá ese ancho, dado el valor de *C1* Ya lo has determinado.

3. **Elige *R1*.** Decide qué tan ancha debe ser la parte alta del pulso. Utilizando los valores de *C1* y *R2* Ya seleccionado, calcula el valor de *R1* que producirá el ancho de pulso alto deseado.

Por ejemplo, una forma de producir un pulso que sea alto durante aproximadamente 3 segundos y bajo durante aproximadamente 1,5 segundos es usar un 10 *micras* Condensador F para *C1* y 220 kΩ

resistencias para ambos *R1* y *R2*. (¡Introduce esos valores en las ecuaciones para T y T_{alto} y T_{bajo} y compruébalo tú mismo!)

Multivibrador monoestable (de un solo disparo)

Al configurar el temporizador 555 como se muestra en la Figura 11-17, puede usarlo como *multivibrador monoestable* que genera un solo pulso al activarse. Esta configuración a veces se denomina *de un solo disparo*. Sin un disparador, este circuito produce un voltaje bajo (cero); este es su estado estable. Al activarse cerrando el interruptor entre el pin 2 y tierra, este circuito genera un pulso de salida al nivel de la tensión de alimentación, V_{CC}. La anchura del pulso, T, está determinada por los valores de *R1* y *C1*, como sigue:

$$= 1.1 R1 C1$$

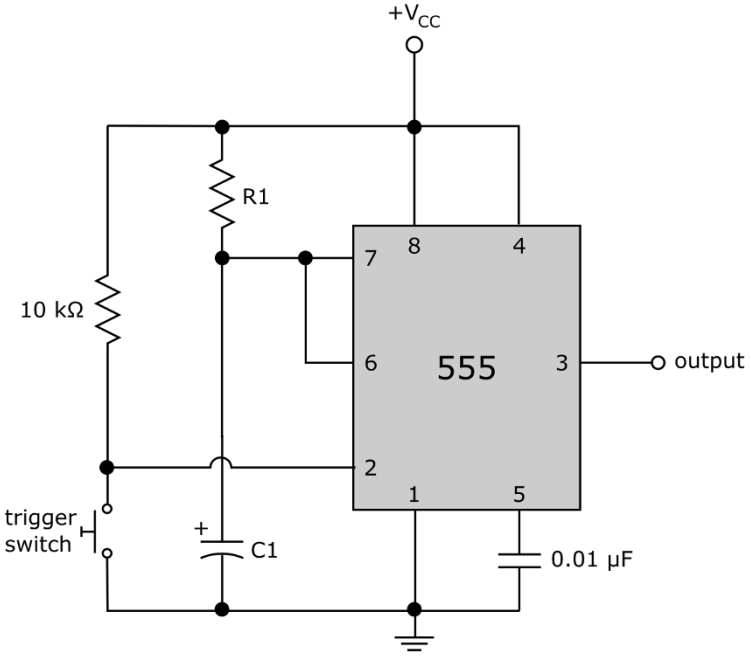


Figura 11-17: Al activarse al cerrar el interruptor momentáneo en el pin 2, el circuito monoestable 555 produce un solo pulso cuyo ancho está determinado por los valores de *R1* y *C1*.

Debido a que los valores de los capacitores a menudo pueden variar hasta un 20%, es posible que deba elegir una resistencia con un valor diferente al que sugiere la fórmula para producir el ancho de pulso que desea.

Se puede usar un interruptor de un solo disparo para activar de forma segura un dispositivo lógico digital (como el contador de décadas CMOS 4017, descrito más adelante en este capítulo). Los interruptores mecánicos tienden a rebotar al cerrarse, lo que produce múltiples picos de tensión que un circuito integrado digital puede malinterpretar como múltiples señales de disparo. En cambio, si se activa un interruptor de un solo disparo con un interruptor mecánico y se utiliza la salida del mismo para activar el circuito integrado digital, se puede anular el rebote del interruptor de forma eficaz.

Multivibrador biestable (flip-flop)

Si un circuito astable no tiene un estado estable y un circuito monoestable tiene un estado estable, ¿qué es un circuito biestable? Si adivinaste que un circuito biestable es un circuito con dos estados estables, estás en lo cierto.

El 555 *multivibrador biestable* El circuito que se muestra en la Figura 11-18 produce voltajes alternados altos (V) y bajos (0 V), que cambian de un estado a otro solo cuando se activa. Este tipo de circuito se conoce comúnmente como *chanclas*. No es necesario calcular los valores de las resistencias; al activar el interruptor de disparo se controla la sincronización de los pulsos generados.

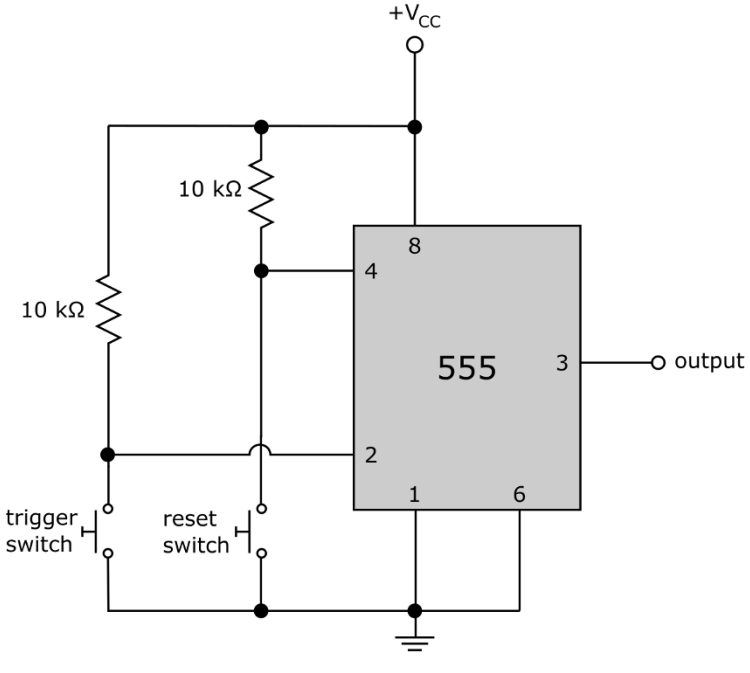


Figura 11-18: El circuito biestable 555 (o flip-flop) produce una salida alta cuando se activa mediante el interruptor en el pin 2 y una salida baja cuando se restablece mediante el interruptor en el pin 4.

Puedes observar de primera mano cómo funciona un temporizador 555 como biestable construyendo el circuito que se muestra en la Figura 11-19. Estas son las piezas que necesitas:

- ✓ Cuatro pilas AA de 1,5 voltios
- ✓ Un soporte para cuatro pilas (para pilas AA) con clip para pilas
- ✓ Un temporizador IC 555
- ✓ Dos resistencias de 10 kΩ (marrón-negro-naranja)
- ✓ Una resistencia de 470 Ω (amarillo-violeta-marrón)
- ✓ Un LED (de cualquier tamaño, de cualquier color)
- ✓ Un interruptor unipolar de dos posiciones (SPDT)
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura
- ✓ Cables puente surtidos

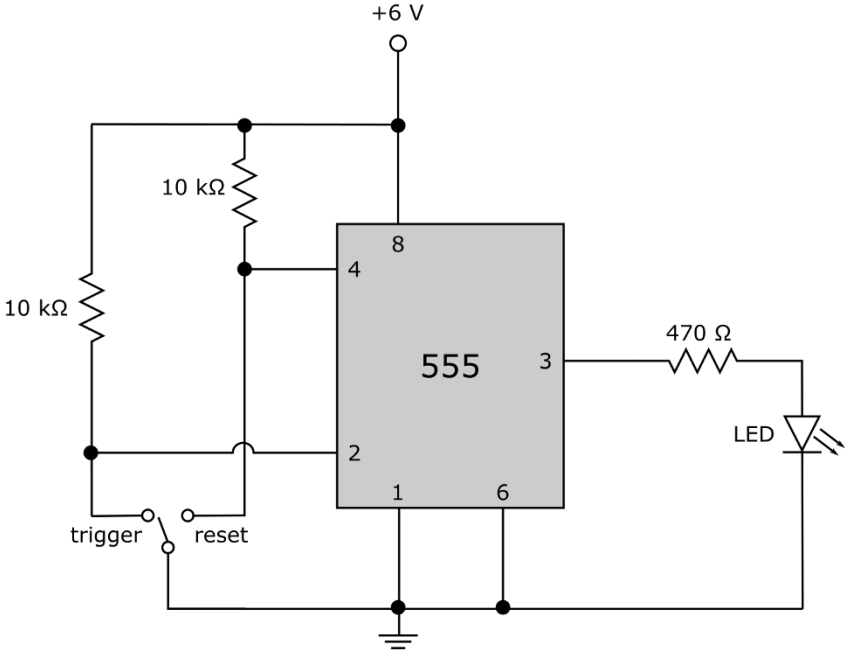


Figura 11-19: Utilice un LED para visualizar la salida de un circuito flip-flop.

Configure el circuito, guiándose por la Figura 11-20. Observe que un extremo del interruptor SPDT está conectado al pin 2 (disparador) del temporizador 555, el otro extremo al pin 4 (reinicio) y el terminal central a tierra. Según la posición del control deslizante del interruptor SPDT, este activa o reinicia el temporizador 555.

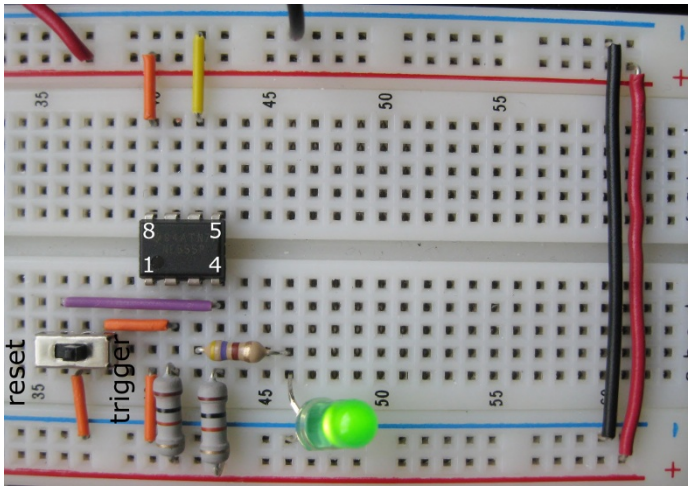


Figura 11-20: El interruptor SPDT se utiliza para activar y reiniciar el temporizador 555 en este circuito biestable. (Se han añadido las etiquetas de los pines y del interruptor).

Después de configurar el circuito, deslice el interruptor a la posición de disparo. ¿Se enciende el LED? ¿Permanece encendido mientras el interruptor está en la posición de disparo? Ahora deslice el interruptor a la posición de reinicio. ¿Se apaga el LED y permanece apagado mientras el interruptor está en la posición de reinicio?

Dado que la salida de un biestable permanece alta (o baja) hasta que se activa (o se reinicia), puede usarse para almacenar un bit de datos. (Recuerde que un bit es un 0 o un 1, que representan un voltaje bajo o alto, respectivamente). Los registros utilizados para almacenar salidas temporales entre etapas lógicas constan de múltiples biestables. Los biestables también se utilizan en ciertos circuitos de contadores digitales, almacenando bits en una serie de registros interconectados que forman una matriz, cuyas salidas conforman una cadena de bits que representa el conteo. (Consulte el recuadro "Almacenamiento de bits en registros", anteriormente en este capítulo, para obtener más información sobre los registros).

Se pueden usar varios tipos de circuitos temporizadores 555 para activar otros circuitos temporizadores 555. Por ejemplo, se puede usar un oscilador para activar un biestable (útil para controlar registros). O se puede usar un circuito único para producir un tono temporal de bajo volumen y, al finalizar, cambiar el estado de un biestable, cuya salida activa un oscilador que activa y desactiva un altavoz. Este tipo de circuito podría usarse en un sistema de alarma doméstico: al entrar en la casa, el propietario (o intruso) tiene unos 10 segundos para desactivar el sistema (mientras escucha un tono de advertencia de bajo volumen) antes de que la sirena despierte a los vecinos.

Contando con el contador de la década 4017

El contador de décadas CMOS 4017 que se muestra en la Figura 11-21 es un circuito integrado (CI) de 16 pines que cuenta de 0 a 9 cuando se activa. Los pines 1 a 7 y 9 a 11 van de bajo a alto.

uno a la vez cuando se aplica una señal de disparo al pin 14. (Ellos *no* van de bajo a alto en estricto orden en sentido antihorario; debe verificar la distribución de pines para determinar el orden). Puede usar las salidas de conteo para encender LED (como en los proyectos de semáforo y cazador de luces en el Capítulo 17) o activar un disparo único que controle otro circuito.

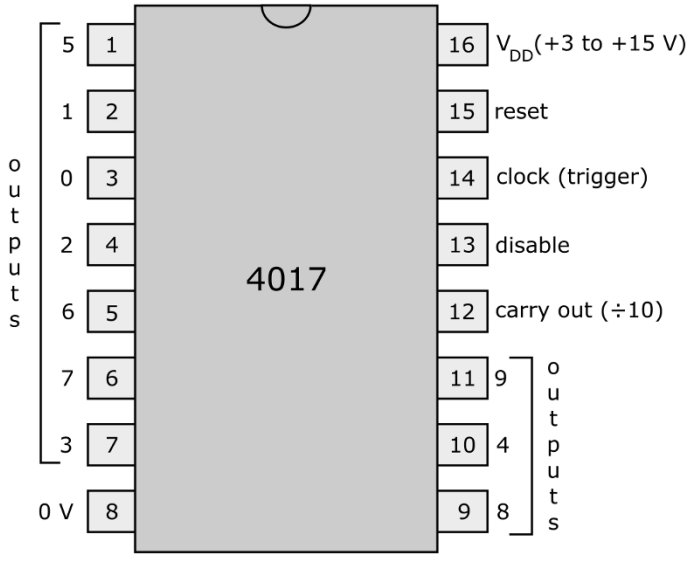


Figura 11-21: Distribución de pines del contador de décadas CMOS 4017.

El recuento sólo puede tener lugar cuando el *desactivar* el pin (pin 13) está bajo; puede deshabilitar el conteo aplicando una señal alta al pin 13. También puede forzar el restablecimiento del contador a cero (lo que significa que la salida de conteo cero, que es el pin 3, se vuelve alta) aplicando una señal alta al pin 14.

Al conectar varios circuitos integrados 4017, se pueden contar decenas, centenas, millares, etc. El pin 12 está en alto cuando el conteo es de 0 a 4 y en bajo cuando es de 5 a 9, por lo que parece una señal de disparo que cambia de bajo a alto a una décima parte de la velocidad del conteo. Si se conecta la salida del pin 12 a la entrada de disparo (pin 14) de otro contador de décadas, este segundo contador contará decenas. Al conectar la salida del pin 12 del segundo contador al pin 14 de un tercer contador, se pueden contar centenas. Con suficientes circuitos integrados 4017, ¡incluso se podría calcular la deuda nacional!

También puede conectar dos o más salidas del contador mediante diodos para generar una secuencia de temporización variable. Para ello, conecte cada ánodo (lado positivo de un diodo) a un pin de salida y conecte todos los cátodos (lados negativos de los diodos) entre sí y luego a través de una resistencia. Con esta configuración, cuando cualquiera de las salidas esté en alto, la corriente fluirá a través de la...

Resistencia. Por ejemplo, se puede simular el funcionamiento de un semáforo conectando las salidas 0 a 4 y alimentando el resultado (a través de una resistencia) a un LED rojo, conectando la salida 5 a un LED amarillo y conectando las salidas 6 a 9 para controlar un LED verde. (Consulte el proyecto del semáforo en el capítulo 17).

Microcontroladores

Uno de los circuitos integrados más versátiles que puedes encontrar es el microcontrolador. Un *microcontrolador* Es una pequeña computadora completa en un chip. Para programarla, se coloca en una placa de desarrollo que permite que el CI interactúe con la computadora personal. Una vez programada, se monta el microcontrolador en un zócalo del dispositivo electrónico (que podría ser una placa de pruebas sin soldadura). Se añaden algunos otros componentes para proporcionar una interfaz entre el microcontrolador y los LED, motores o interruptores, ¡y listo! El pequeño CI programado hace que las cosas sucedan (por ejemplo, puede controlar el movimiento de un robot). Lo bueno de un microcontrolador es que simplemente se pueden modificar unas pocas líneas de código (o reprogramarlo por completo) para cambiar su función; no es necesario cambiar cables, resistencias ni otros componentes para que este CI flexible adopte una nueva personalidad.

Hay cientos de microcontroladores disponibles, pero algunos están diseñados específicamente para principiantes. Algunos, como el que se muestra en la placa de circuito impreso (PCB) de la Figura 11-22, se pueden adquirir como parte de un paquete de desarrollo completo: se obtiene una placa de circuito impreso preensamblada con el circuito integrado del microcontrolador, componentes discretos y conectores estándar para que se pueda conectar el microcontrolador a un circuito durante su funcionamiento o a la computadora para programarlo. Muchos de estos kits también incluyen un *entorno de desarrollo integrado (IDE),* que contiene herramientas de software para programar el microcontrolador. (Consulte el capítulo 18 para obtener más información sobre los kits de microcontroladores).

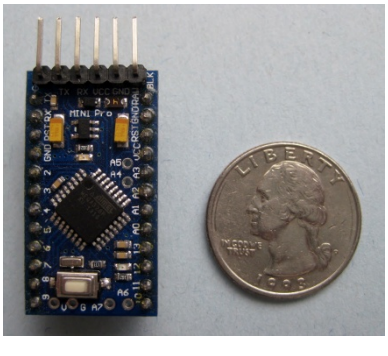


Figura 11-22: El chip cuadrado que el Sr. Washington está observando es un microcontrolador montado en la superficie de una mini PCB llena de componentes adicionales y un conector.

Otros circuitos integrados populares

Entre otras funciones comunes que proporcionan los circuitos integrados se encuentran las operaciones matemáticas (suma, resta, multiplicación y división), *multiplexación* (seleccionando una única salida entre varias entradas), y la conversión de señales entre analógicas y digitales:

- ✓ Usas un *analógico a digital (A/D)* Convertidor para convertir una señal analógica del mundo real en una señal digital para que pueda procesarla con una computadora u otro sistema electrónico digital.

✓ Usas un *digital a analógico (D/A)* Convertidor para convertir una señal digital procesada en una señal analógica. (Por ejemplo, se necesita una señal analógica para hacer vibrar los altavoces del ordenador de casa).

Por supuesto, el *microprocesador* El sistema que hace funcionar tu computadora personal (y tal vez incluso tu vida personal) también es un circuito integrado bastante popular.

Hay muchísimos más circuitos integrados de los que puedo cubrir en este libro. Los diseñadores de circuitos más inteligentes siempre están aportando nuevas ideas y mejorando ideas antiguas, por lo que hay muchísimas opciones en el mundo de los circuitos integrados.

12

Adquisición de piezas adicionales

En este capítulo

- Elegir el tipo de cable perfecto
- Carga con baterías y células solares
- Controlar conexiones con conmutadores
- Circuitos de activación con sensores
- Transformando la electricidad en luz, sonido y movimiento.

Aunque los componentes individuales y los circuitos integrados analizados en los capítulos 4 a 11 forman el equipo A cuando se trata de dar forma al flujo de electrones en circuitos electrónicos, hay muchas otras partes contribuyentes en las que el equipo A confía para ayudar a realizar el trabajo.

Algunas de estas otras piezas, como cables, conectores y baterías, son componentes esenciales de cualquier circuito electrónico. Al fin y al cabo, sería difícil construir un circuito electrónico sin cables que conecten elementos o una fuente de alimentación que los haga funcionar. En cuanto a las demás piezas que analizo en este capítulo, es posible que solo se usen ocasionalmente en ciertos circuitos. Por ejemplo, cuando se necesita hacer ruido, un zumbador es muy útil, pero quizá no se quiera usar uno en todos los circuitos que se construyen.

En este capítulo analizo una combinación de componentes, algunos de los cuales conviene tener en stock (como el papel higiénico y la pasta de dientes), mientras que los demás pueden adquirirse cuando el ánimo lo lo permita.

Estableciendo conexiones

Para crear un circuito es necesario conectar componentes para que la corriente eléctrica fluya entre ellos. Las siguientes secciones describen cables y conectores que permiten precisamente eso.

Elegir los cables con cuidado

*Cable*El cable que se usa en proyectos electrónicos es simplemente una larga hebra de metal, generalmente de cobre. Este cable tiene una sola función: permitir el paso de los electrones. Sin embargo, existen algunas variaciones en los tipos de cable disponibles. En las siguientes secciones, te explicaré qué tipo de cable elegir según la situación.

¿Varado o sólido?

Corte el cable de cualquier lámpara doméstica vieja (solo*después*desenchufando la lámpara, por supuesto), y verás dos o tres pequeños manojos de cables muy finos, cada uno envuelto en aislante. Esto se llama*varado*alambre. Otro tipo de alambre, conocido como*sólido*El cable consiste en un solo cable (más grueso) envuelto en aislamiento. Puede ver ejemplos de cables trenzados y sólidos en la Figura 12-1.

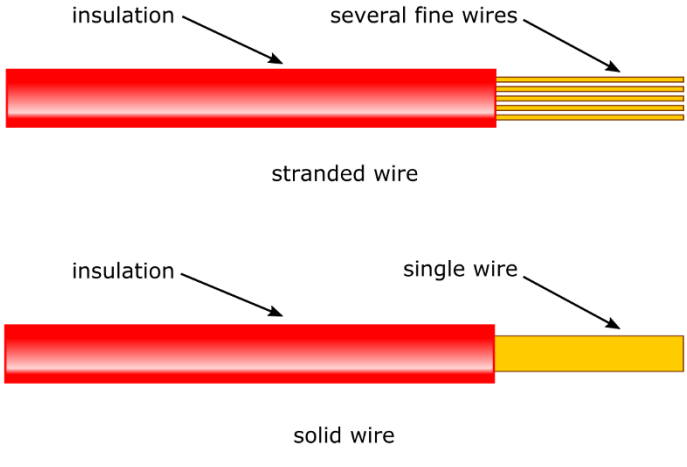


Figura 12-1: En electrónica se utilizan habitualmente cables trenzados y sólidos.

El cable trenzado es mucho más flexible que el cable sólido y se usa en situaciones donde el cable se mueve o dobla mucho (como los cables de las lámparas y los que se conectan al sistema de entretenimiento en casa). El cable sólido se usa en lugares donde no se planea mover el cable y para conectar componentes en placas de pruebas (consulta el Capítulo 15 para más información sobre placas de pruebas). Es fácil insertar cable sólido en los agujeros de la placa de pruebas, pero si intentas usar un cable trenzado, tienes que retorcer los hilos para que entren todos en el agujero, y podrías romper uno o dos hilos en el proceso (créeme, sucede), lo que podría provocar un cortocircuito.

Cómo medir el calibre del cable

Te refieres al diámetro del alambre como el *calibre del cable*. Por pura casualidad, la relación entre el calibre y el diámetro del cable en electrónica es básicamente inversa: cuanto menor es el calibre, mayor es su diámetro. Puede consultar los calibres de cable más comunes en la Tabla 12-1.

Tabla 12-1 Cables comúnmente utilizados en proyectos electrónicos

Calibre del cable	*Diámetro del alambre (pulgadas)*	***Usos***
16	0.051	Electrónica de alta resistencia aplicaciones
18	0.040	Electrónica de alta resistencia aplicaciones
20	0.032	La mayoría de los proyectos de electrónica
22	0.025	La mayoría de los proyectos de electrónica
30	0.01	Conexiones en prototipos de placas de circuitos pequeños o conexiones de envoltura de cables

Para la mayoría de los proyectos electrónicos, incluidos los de este libro, se utiliza cable de calibre 20 o 22. Si se conecta un motor a una fuente de alimentación, se necesita cable de calibre 16 o 18. Puede resultar útil un cable más pequeño, de calibre 28 o 30, para realizar conexiones en prototipos de circuitos impresos pequeños. El cable de calibre 30 se utilizaba comúnmente para conectar componentes en circuitos impresos especiales mediante una técnica conocida como *envoltura de alambre*, algo que ya casi no se hace. (Consulte el Capítulo 15 para obtener detalles sobre la construcción del circuito).

A veces se ve el calibre abreviado de formas curiosas y sorprendentes. Por ejemplo, el calibre 20 se abrevia como 20 ga., #20 o 20 AWG (calibre de cable americano).

Si comienza a trabajar en proyectos que impliquen un voltaje o una corriente superiores a los descritos en este libro, consulte las instrucciones de su proyecto o una referencia autorizada para determinar el calibre de cable adecuado. Por ejemplo, el *Código Eléctrico Nacional* Enumera los calibres de cable necesarios para cada tipo de cableado que se utiliza en una casa. Asegúrese también de contar con las habilidades adecuadas y el conocimiento suficiente de los procedimientos de seguridad para trabajar en un proyecto de este tipo.

El colorido mundo de los cables

Al igual que las bandas de colores que revelan los secretos de los valores de las resistencias, el aislamiento colorido que rodea el cable puede ayudarte a identificar las conexiones en un circuito. Al cablear un circuito de CC (por ejemplo, al trabajar con una placa de pruebas), usa el cable rojo para todas las conexiones a voltaje positivo (+V) y el cable negro para todas las conexiones a voltaje positivo (+V).

Es común usar cable para todas las conexiones a voltaje negativo (–V) o a tierra. Para circuitos de CA, use cable verde para las conexiones a tierra. El cable amarillo o naranja se usa a menudo para señales de entrada, como la señal de un micrófono a un circuito. Si tiene a mano cables de varios colores, puede codificar por colores las conexiones de sus componentes para que sea más fácil identificar qué está sucediendo en un circuito con solo mirarlo (a menos que, por supuesto, sea daltónico).

Recolección de cables en cables o cordones

Cables Son grupos de dos o más cables protegidos por una capa exterior de aislamiento. Los cables que llevan la corriente alterna (CA) desde un tomacorriente de pared a un dispositivo eléctrico, como una lámpara, son cables, al igual que los cables que forman parte del conjunto de conexiones de su sistema de entretenimiento doméstico. Los cables se diferencian de los cables trenzados porque los hilos que se utilizan en los cables están separados por un aislamiento.

Conectando a los conectores

Si miras un cable, por ejemplo, el que va del decodificador al televisor, verás que tiene accesorios de metal o plástico en cada extremo. Estos accesorios se llaman *enchufes,* y representan un tipo de *conector.* También hay receptáculos de metal o plástico en el decodificador y el televisor en los que encajan estos extremos del cable. Estos *receptáculos* (A veces llamado *enchufes* o *gatos*) son otro tipo de conector .Los distintos pines y orificios de los conectores conectan el cable apropiado del cable con el cable correspondiente del dispositivo.

Se utilizan diferentes tipos de conectores para diversos fines. Entre los conectores que probablemente encontrarás en tus aventuras electrónicas se encuentran los siguientes:

- ✓ A *Terminal y bloque de terminales* Funcionan juntos como el tipo de conector más simple. Un bloque de terminales contiene pares de tornillos. Se fija al bloque a la carcasa o chasis del proyecto. Luego, por cada cable que se desee conectar, se suelda (o engarza) un cable a un terminal. A continuación, se conecta cada terminal a un tornillo del bloque. Para conectar dos cables, simplemente se elige un par de tornillos y se conecta el terminal de cada cable a uno de ellos.
- ✓ *Tapones y receptáculos* Transportan señales de audio y video entre equipos con cables como los que se ven en la Figura 12-2. Los conectores en cada extremo del cable se conectan a los receptáculos del equipo que se va a conectar. Los cables de audio analógicos (ver Figura 12-2, izquierda) contienen uno o dos cables de señal (que transportan la señal de audio) y un blindaje metálico que los rodea. El metal... *blindaje* protege los cables de señal de interferencias eléctricas (conocidas como *ruido*) al minimizar la introducción de corrientes parásitas en los cables. Los cables multimedia digitales, como el cable de interfaz multimedia de alta definición (HDMI) de la derecha en la Figura 12-2, contienen múltiples cables blindados que transportan datos de audio y vídeo digitales.

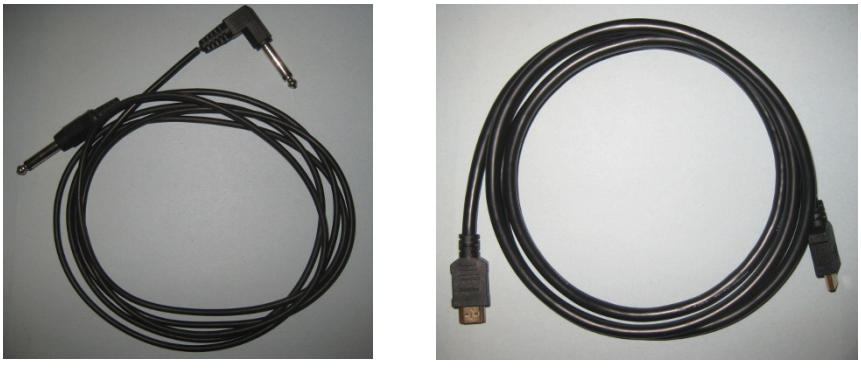


Figura 12-2: Un cable de audio analógico (izquierda) y un cable HDMI (derecha) facilitan la transmisión de información entre dos equipos electrónicos.

✓ Normalmente se utiliza *encabezados de pin* Para llevar señales hacia y desde las placas de circuitos, que son placas delgadas diseñadas para albergar un circuito permanente. Los conectores de pines son útiles para proyectos electrónicos complejos que involucran varias placas de circuitos. La mayoría de los conectores de pines consisten en una o dos filas de postes metálicos unidos a un bloque de plástico que se monta en la placa de circuitos. Se conectan a cables individuales o agrupados, o a un conector compatible en el extremo de un... *cable plano*—Una serie de cables aislados unidos para formar un cable plano y flexible. La forma rectangular del conector facilita el enrutamiento de las señales desde cada cable hasta la parte correcta de la placa de circuito. Los conectores de pines se conocen por el número de pines (postes) que utilizan, como un conector de 40 pines.

La electrónica utiliza una gran variedad de conectores que no es necesario explorar hasta que se comiencen a realizar proyectos más complejos. Si desea obtener más información sobre la amplia gama de conectores, puede consultar algunos de los catálogos o sitios web de los proveedores de electrónica mencionados en el capítulo 19. La mayoría dedica una categoría completa de productos a los conectores.

Encendiendo

Todos los cables y conectores del mundo no te servirán de mucho si no tienes una fuente de alimentación. En el capítulo 3, analizo las fuentes de electricidad, incluyendo la corriente alterna (CA) de los enchufes de pared y la corriente continua (CC) de las baterías y las células solares (también conocidas como células fotovoltaicas). Aquí explico cómo elegir una fuente de alimentación y cómo alimentarla a tus circuitos.

Encendiendo el jugo con baterías

Para la mayoría de los proyectos electrónicos de aficionados, las pilas o baterías (que son combinaciones de pilas) son la mejor opción. Los símbolos utilizados para representar una pila y una batería en un diagrama de circuito se muestran en la Figura 12-3.

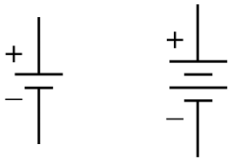


Figura 12-3: Circuito símbolos de una celda (izquierda) y una batería (derecha).

Muchos esquemas utilizan el símbolo de una celda para representar una batería. Las celdas son relativamente ligeras y portátiles, y al combinar varias celdas en serie, se pueden crear diversas fuentes de voltaje de CC. Las celdas comunes, como las comunes AAA, AA, C y D, producen aproximadamente 1,5 voltios cada una. Una batería de 9 voltios (a veces... llamado un *batería de transistores* o batería PP3) tiene la forma de un rectángulo tridimensional y normalmente contiene seis celdas de 1,5 voltios. (Algunas marcas económicas pueden contener solo cinco celdas de 1,5 voltios). Una *batería de linterna* (una cosa grande y cuadrada que puede alimentar una linterna del tamaño de un equipo de música) produce aproximadamente 6 voltios.

Conexión de baterías a circuitos

Se utiliza una pinza de batería de 9 voltios (PP3) (mostrada en la Figura 12-4) para conectar una batería de 9 voltios a un circuito. Las pinzas se encajan en los terminales de la batería (esos cierres en la parte superior se conocen como conector PP3); contienen cables negros y rojos que se conectan al circuito. Se pela el aislamiento de los extremos de los cables negro y rojo y luego se conectan los cables (los extremos desnudos) al circuito. Se pueden conectar los cables a los terminales, insertarlos en los orificios de una placa de pruebas o soldarlos directamente a los componentes. Todas estas técnicas se describen en el Capítulo 15.

Evaluación de la vida útil de la batería de uso diario

El *amperios-hora* o *clasificación de miliamperios-hora* El voltaje de una batería da una idea de cuánta corriente puede conducir durante un tiempo determinado. Por ejemplo, una batería de 9 voltios suele tener una capacidad nominal de unos 500 miliamperios-hora. Dicha batería puede alimentar un circuito que consume 25 miliamperios durante aproximadamente 20 horas antes de que su voltaje comience a disminuir. (Revisé una batería de 9 voltios que había usado durante unos días y descubrí que solo producía 7 voltios). Una batería AA con una capacidad nominal de 1500 miliamperios-hora puede alimentar un circuito que consume 25 miliamperios de corriente durante aproximadamente 60 horas.

Seis baterías AA en serie, que producen aproximadamente 9 voltios, durarán más que una sola Pila de 9 voltios. Esto se debe a que las pilas de la serie seis contienen más sustancias químicas que la pila simple y pueden producir más corriente con el tiempo antes de agotarse. (En el capítulo 3, explico cómo se fabrican las pilas y por qué se agotan). Si tiene un proyecto que consume mucha corriente o planea usar el circuito constantemente, considere usar pilas de tamaño C o D más grandes, que duran más que las pilas más pequeñas o la mayoría de las pilas recargables.

Consulte la sección "Cómo clasificar las baterías según su contenido" para obtener más información sobre los diferentes tipos de baterías y cuánto tiempo puede esperar que duren.

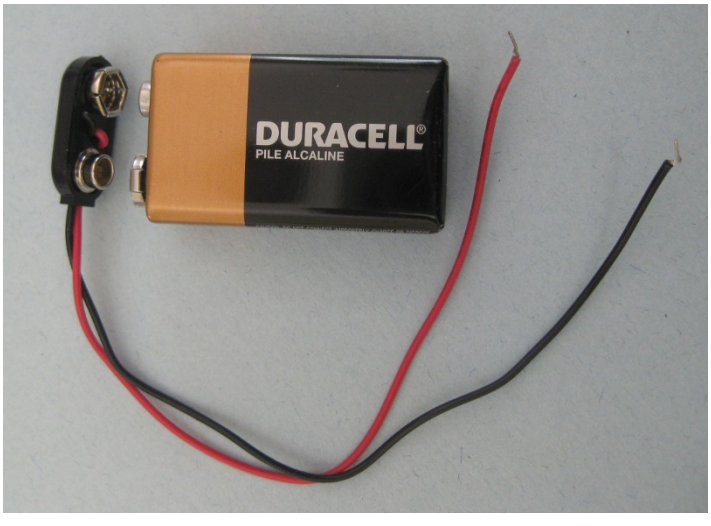


Figura 12-4: Un clip de batería facilita la conexión de una batería de 9 voltios a su circuito.

Cuando conecta el terminal positivo de una batería al terminal negativo de otra batería, el voltaje total a través de esta conexión en serie es la suma de los voltajes individuales de las baterías.

Los portapilas permiten la conexión en serie entre baterías, sujetando varias en su lugar. Algunos portapilas incluyen cables rojo y negro para acceder al voltaje total; otros, como el de la Figura 12-5, incluyen conectores PP3 para conectar una pinza de batería y acceder al voltaje total entre sus cables rojo y negro.

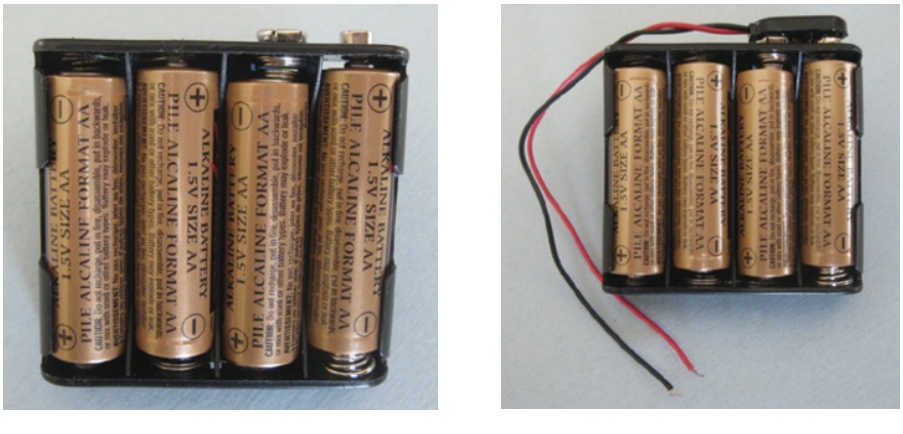


Figura 12-5: Cuatro baterías de 1,5 voltios en un portapilas producen aproximadamente 6 voltios a través de los cables rojo y negro.

Clasificar las baterías según su contenido

Las baterías se clasifican según las sustancias químicas que contienen, y el tipo de sustancia química determina si una batería es recargable. Los siguientes tipos de baterías están disponibles fácilmente:

✓ **Baterías desechables (no recargables):**

- **Zinc-carbono** Las pilas vienen en una variedad de tamaños (AAA, AA, C, D y 9 voltios, entre otros) y se encuentran en el extremo inferior de la cadena alimentaria. No son muy caras, pero tampoco duran mucho.
- **Alcalino** Las baterías también vienen en varios tamaños y duran aproximadamente tres veces más que las de zinc-carbono. Te sugiero empezar con este tipo de batería para tus proyectos. Si las reemplazas con frecuencia, puedes optar por baterías recargables.
- Ligero **litio** Las baterías generan voltajes más altos (unos 3 voltios) que otros tipos y tienen mayor capacidad de corriente que las alcalinas. Son más caras y la mayoría de las baterías de litio no se pueden recargar, pero son insuperables cuando tu proyecto (por ejemplo, un robot pequeño) requiere una batería ligera.

✓ **Baterías recargables:**

- **hidruro de níquel-metal (NiMH)** Las pilas recargables son el tipo más popular hoy en día. Vienen en varios tamaños (AAA, AA, C, D y 9 voltios) y generan aproximadamente 1,2 voltios. Una desventaja de las pilas de NiMH es que se autodescargan en unos meses si no se usan, pero existen algunos modelos de pilas de NiMH con baja autodescarga. Recomiendo usar pilas de NiMH para proyectos que requieran pilas recargables.
- **Iones de litio (Li-ion)** Las baterías son el tipo más reciente de batería recargable. La mayoría genera una tensión nominal de 3,7 voltios y una máxima de 4,2 voltios, y todas requieren un cargador especial (un cargador de NiMH no funciona). Aunque algunos modelos se parecen a las baterías AA o AAA comunes, las baterías de iones de litio utilizan una convención de nomenclatura diferente (por ejemplo, una batería de iones de litio 14500 tiene el mismo tamaño que una batería AA). Si decide usar baterías de iones de litio, tenga en cuenta las diferencias de voltaje entre estas baterías y las celdas convencionales. (Por ejemplo, dos baterías de iones de litio en serie generan 7,4 V, mientras que dos baterías AA en serie generan 3,0 V).
- **Níquel-cadmio (NiCd)** Las baterías, como las de NiMH, generan aproximadamente 1,2 voltios. Las baterías de NiCd (que se pronuncian "NYE cads") han perdido mucha popularidad desde su apogeo a mediados de la década de 1990 debido a su baja capacidad, su contenido tóxico (cadmio), las mejoras en otras tecnologías de baterías (en particular, las de NiMH) y un defecto que presentan las baterías de NiCd conocido como *efecto memoria,* Esto requiere que descargues completamente la batería antes de recargarla para asegurar su plena capacidad. Te recomiendo evitar las baterías de NiCd, a menos que tengas algunas disponibles y quieras aprovechar al máximo tu dinero.

Tenga cuidado de no mezclar tipos de baterías en el mismo circuito y *nunca* Intente recargar pilas desechables. Estas pilas pueden romperse y derramar ácido, o incluso explotar. La mayoría de las pilas desechables contienen advertencias sobre los peligros de dicho mal uso en sus etiquetas.

Comprar un cargador y un suministro de baterías recargables puede ahorrarle una cantidad considerable de dinero a largo plazo. Solo asegúrese de que el cargador que use sea compatible con el tipo de batería recargable que elija. Verifique tanto la composición química (por ejemplo, Li-ion o NiMH) como el voltaje de la batería al elegir un cargador.

Asegúrese de desechar las baterías correctamente. Las baterías que contienen metales pesados (como níquel, cadmio, plomo y mercurio) pueden ser peligrosas para el medio ambiente si se desechan incorrectamente. Para obtener instrucciones sobre la eliminación adecuada, que pueden variar según el estado, consulte los sitios web de los fabricantes de baterías u otros sitios web, comowww.ehso.com/ehshome/baterias.php.

Obtener energía del sol

Si está construyendo un circuito diseñado para funcionar en exteriores, o simplemente desea utilizar una fuente de energía limpia y ecológica, es posible que desee comprar uno o más paneles solares. *panel solar* consiste en un conjunto de células solares (que son grandes diodos conocidos como *fotodiodos*) que generan corriente al exponerse a una fuente de luz, como el sol. (Hablo de los diodos en el capítulo 9 y de los fotodiodos en la sección "Uso de los sensores", más adelante en este capítulo). Un panel de aproximadamente 12,7 x 12,7 cm puede generar 100 miliamperios a 5 voltios con luz solar intensa. Si necesita 10 amperios, sin duda puede conseguirlos, pero el tamaño del panel podría resultar problemático y costoso para un proyecto pequeño o portátil.

Algunos paneles solares contienen cables de salida que se pueden conectar al circuito, de forma similar a los cables de un clip o portapilas. Otros paneles solares no tienen cables, por lo que hay que soldar los propios a los dos terminales.

A continuación se presentan algunos criterios a tener en cuenta para ayudarle a determinar si un panel solar es apropiado para su proyecto:

- ✓ **¿Planea tener el panel solar bajo la luz del sol cuando desea que su circuito esté encendido, o usar el panel para cargar una batería de almacenamiento que pueda alimentar su proyecto?** En caso contrario busque otra fuente de alimentación.
- ✓ **¿El panel solar encajará en el dispositivo que estás construyendo?** Para responder a esta pregunta, necesitas saber cuánta energía necesitará tu dispositivo y el tamaño del panel solar que puede suministrar suficiente energía. Si el panel es demasiado grande para tu dispositivo, rediseñalo para que consuma menos energía o busca otra fuente de energía.

Usar la alimentación de pared para suministrar mayor corriente o voltaje de CC (no recomendado)

*La energía CA suministrada por su compañía eléctrica puede causar lesiones o la muerte si se utiliza incorrectamente.*Así que no recomiendo alimentar los circuitos directamente con la corriente doméstica. Y como la gran mayoría de los proyectos electrónicos de aficionados funcionan con baterías, puede que nunca te sientas tentado a trabajar con corriente alterna.

Algunos proyectos requieren más corriente continua (CC) o voltajes de CC más altos de los que las baterías pueden proporcionar fácilmente. En esos casos, puede usar un adaptador de CA, como el que se muestra en la Figura 12-6, para convertir CA a CC y obtener la corriente o el voltaje más altos que necesita. Todos los componentes están integrados en el transformador de pared, por lo que no está expuesto a altas corrientes de CA.

Bajo ninguna circunstancia se debe abrir la carcasa de plástico de los circuitos del adaptador de CA. Los condensadores dentro de la carcasa almacenan una carga eléctrica considerable. (Consulte el Capítulo 7 para obtener más información sobre los condensadores).

Figura 12-6: Este adaptador de CA convierte 120 voltios de CA a 7,5 voltios de CC y suministra hasta 300 mA de corriente. Modifiqué la salida de este adaptador para facilitar su uso en circuitos de CC.

Los adaptadores de CA suministran corrientes que van desde cientos de miliamperios hasta unos pocos amperios con voltajes de entre 5 y 20 voltios de CC. Algunos proporcionan tanto voltaje de CC positivo como negativo. Los distintos modelos utilizan distintos tipos de conectores para suministrar la alimentación. Si compra un adaptador de CA, lea atentamente la hoja de especificaciones para determinar su potencia nominal y cómo conectarlo a su circuito.

Adquirir verrugas en la pared

Los adaptadores de CA a veces se llaman adaptadores de pared porque sobresalen de la pared como una verruga fea. Puedes comprar adaptadores de pared nuevos o de repuesto. (Consulta el Capítulo 19 para obtener buenas pistas sobre proveedores). Y, por supuesto, es posible que ya tengas algunos adaptadores de pared viejos guardados de algún teléfono inalámbrico u otro dispositivo electrónico. De ser así, verifica que emita CC (algunos emiten CA) y revisa el voltaje y la corriente nominal, generalmente impresos en el adaptador, para ver si...

Es adecuado para su próximo proyecto. De ser así, asegúrese de saber cómo está cableado el conector para mantener la polaridad correcta (conexiones de voltaje positivo y negativo) al conectarlo a su circuito. Precaución: Muchos adaptadores de corriente de pared emiten corriente continua (CC) ruidosa, en lugar de la corriente continua constante que podría esperar, y algunos adaptadores de corriente de pared más nuevos son fuentes de alimentación conmutadas (no analógicas) que también pueden ser ruidosas o contener picos de voltaje.

Para preparar su adaptador de CA, retire el enchufe de salida y pele los dos cables de salida para conectarlos directamente al circuito y suministrar voltaje de CC (como se muestra en la Figura 12-6, derecha). Estos son los pasos para preparar su adaptador:

1. **Asegúrese de que el adaptador de CA no esté enchufado a una toma de CA.**
2. **Utilizando el alicate (consulte el Capítulo 13), corte el conector de salida.**
3. **Usando un cortador (o las uñas), separe los dos cables aislados a lo largo de una distancia de aproximadamente dos pulgadas.**
4. **Usando el cortador de alambre, corte uno de los dos cables aislados de modo que sea al menos una pulgada más corto que el otro cable.**

   Al hacer un cable más corto que el otro, evita que los dos cables entren en contacto accidentalmente cuando se enciende el adaptador de CA, lo que provocaría un cortocircuito en el adaptador y lo dejaría inútil.
5. **Usando el pelacables (consulte el Capítulo 13), pele con cuidado el aislamiento de cada uno de los dos cables a lo largo de media pulgada de largo.**
6. **Tuerza los cables de cobre trenzados de cada conductor de manera que no queden hilos sueltos.**
7. **Asegúrese de que los dos conductores no se toquen y conecte el adaptador de CA a una toma de CA.**
8. **Configure su multímetro para medir voltios de CC con un rango de 20 V o más (consulte el Capítulo 16) y coloque un cable del multímetro en un cable de salida del adaptador de CA y el otro cable del multímetro en el otro cable de salida.**

9. Observe la lectura de voltaje.

Si la lectura de voltaje es positiva, el cable positivo (generalmente rojo) del multímetro se conecta al conductor positivo del adaptador de CA. Si la lectura de voltaje es negativa, el cable negativo (generalmente negro) del multímetro se conecta al conductor positivo del adaptador de CA. Identifique el conductor positivo con un marcador o una etiqueta.

Tenga en cuenta que la magnitud de la lectura de voltaje que obtenga probablemente sea significativamente mayor que el voltaje nominal especificado en la etiqueta o la hoja de datos del adaptador de CA. Esta discrepancia es normal y se debe a que está utilizando una fuente de alimentación no regulada y midiendo el voltaje de salida del adaptador sin carga.*Fuentes de alimentación no reguladas* Generan voltajes que varían dependiendo de la corriente consumida por el*carga,*Es decir, el dispositivo que recibe alimentación. Tras conectar los cables de salida del adaptador a un circuito, el voltaje de salida disminuirá. Medí 10,5 V en un adaptador de CA etiquetado como 7,5 VCC (voltios CC).

¡Felicitaciones! Ya tienes una fuente de alimentación para tus proyectos electrónicos que puede suministrar más corriente que las baterías.

Incluso después de desconectar el adaptador de CA de la toma de corriente, seguirá habiendo voltaje de CC en los cables de salida durante un buen rato, ya que hay un condensador grande dentro de la carcasa que mantiene su carga. El condensador se descargará con el tiempo, pero podría tardar horas. Para descargarlo rápidamente, use unos alicates de punta fina aislados para sujetar una resistencia de 680 Ω, coloque con cuidado los cables de la resistencia sobre los cables de salida del adaptador de CA y espere unos 30 segundos.

Usando sus sensores

Cuando desea activar el funcionamiento de un circuito como respuesta a un suceso físico (como un cambio de temperatura), utiliza componentes electrónicos conocidos como*sensores.*Los sensores aprovechan el hecho de que diversas formas de energía, como la luz, el calor y el movimiento, pueden convertirse en energía eléctrica. Los sensores son un tipo de*transductor,*Este es un dispositivo electrónico que convierte energía de una forma a otra. En esta sección, describo algunos de los transductores de entrada, o sensores, más comunes en circuitos electrónicos.

Los símbolos de circuito para varios tipos de sensores analizados en esta sección se muestran en la Figura 12-7.

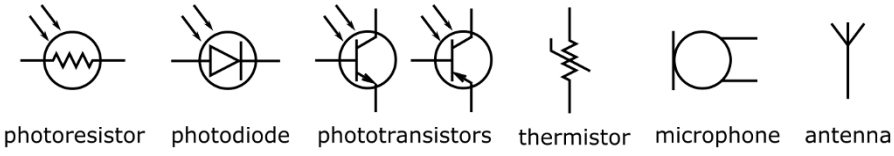


Figura 12-7: Símbolos de circuitos para una variedad de sensores.

Viendo la luz

Muchos componentes electrónicos se comportan de forma diferente según la luz a la que se exponen. Los fabricantes crean ciertas versiones de componentes para aprovechar esta sensibilidad a la luz, envolviéndolos en carcasas transparentes para que puedan usarse como sensores en equipos como alarmas antirrobo, detectores de humo, iluminación automática de crepúsculo a amanecer y dispositivos de seguridad que impiden que la puerta de garaje eléctrica baje cuando un gato pasa por debajo. También pueden usarse para la comunicación entre el control remoto, que envía instrucciones codificadas mediante luz infrarroja mediante un diodo emisor de luz (LED, que analizo en el capítulo 9), y el televisor o reproductor de DVD, que contiene un diodo o transistor fotosensible para recibir las instrucciones codificadas.

Algunos ejemplos de dispositivos sensibles a la luz utilizados como sensores incluyen los siguientes:

- ✓ **Fotorresistencias (o fotocélulas)** Son resistencias fotodependientes (LDR) fabricadas con material semiconductor. Suelen presentar una resistencia alta (aproximadamente 1 MΩ) en la oscuridad y una resistencia bastante baja (aproximadamente 100 Ω) con luz brillante. Sin embargo, se puede usar un multímetro (como se describe en el capítulo 16) para determinar las resistencias reales de una fotorresistencia específica. La fotorresistencia típica es más sensible a la luz visible, especialmente en el espectro verde-amarillo. Una fotorresistencia puede instalarse con corriente en ambos sentidos en los circuitos.
- ✓ **Fotodiodos** Son prácticamente lo opuesto a los diodos emisores de luz, que analizo en el capítulo 9. Conducen corriente o reducen la tensión solo cuando se exponen a suficiente luz, generalmente en el rango infrarrojo (no visible). Al igual que los diodos estándar, los fotodiodos tienen dos conductores: el más corto es el cátodo (extremo negativo) y el más largo es el ánodo (extremo positivo).
- ✓ **Mayoría fototransistores** Son simplemente transistores de unión bipolar (como explico en el capítulo 10) que están encapsulados en un encapsulado transparente para que la luz polarice la unión base-emisor. Estos dispositivos suelen contener solo dos conductores (mientras que los transistores estándar contienen tres). Esto se debe a que no se necesita acceder a la base del transistor para polarizarlo; la luz lo hace automáticamente. Desde el exterior, los fototransistores se parecen a los fotodiodos, por lo que es fundamental distinguirlos.

Capturar sonido con micrófonos

*Micrófonos*Son transductores de entrada que convierten la energía acústica (también conocida como sonido) en energía eléctrica. La mayoría utiliza una membrana delgada, o *diafragma,*Que vibra en respuesta a los cambios de presión del aire producidos por el sonido. Las vibraciones de la membrana se traducen en una señal eléctrica de CA de diversas maneras, según el tipo de micrófono:

- En un**micrófono de condensador,**La membrana vibratoria actúa como una placa de un condensador, de modo que las variaciones en el sonido producen variaciones correspondientes en la capacitancia. (Para más información sobre condensadores, véase el capítulo 7).
- En un**micrófono dinámico,**El diafragma está conectado a una bobina de inducción móvil ubicada dentro de un imán permanente. A medida que el sonido mueve el diafragma, la bobina se mueve dentro del campo magnético producido por el imán y se induce una corriente en ella. (El capítulo 8 explica detalladamente este fenómeno, conocido como...)*inducción electromagnética*.)
- En un**micrófono de cristal,**un especial*cristal piezoeléctrico*Se utiliza para convertir el sonido en energía eléctrica, aprovechando la*efecto piezoeléctrico,* en el que ciertas sustancias producen un voltaje cuando se les aplica presión.
- En un**micrófono de fibra óptica,**Una fuente láser dirige un haz de luz hacia la superficie de un diminuto diafragma reflectante. A medida que el diafragma se mueve, un detector capta los cambios en la luz reflejada y los transforma en una señal eléctrica. Los micrófonos de fibra óptica son inmunes tanto a la interferencia electromagnética (EMI) como a la interferencia de radiofrecuencia (RFI).

Sintiendo el calor

A*termistor*Es una resistencia cuyo valor de resistencia cambia con los cambios de temperatura. Los termistores tienen dos cables y no tienen polaridad, por lo que no hay que preocuparse por la dirección en la que se insertan en el circuito.

Los siguientes son los dos tipos de termistores:

- **Termistor de coeficiente de temperatura negativo (NTC):**La resistencia de un termistor NTC disminuye con el aumento de la temperatura. Este tipo de termistor es el más común.
- **Termistor de coeficiente de temperatura positivo (PTC):**La resistencia de un termistor PTC aumenta con el aumento de la temperatura.

Usando un sensor de luz para detectar movimiento

¿Alguna vez has entrado en la puerta oscura de alguien y de repente se encienden las luces exteriores? ¿O has visto cómo la puerta de un garaje deja de bajar cuando un niño o un objeto con ruedas pasa por debajo? Si es así, has visto detectores de movimiento en acción. Los dispositivos de detección de movimiento suelen usar sensores de luz para detectar...*presencia*de luz infrarroja emitida por un objeto cálido (como una persona o un animal) o la *ausencia*de luz infrarroja cuando un objeto interrumpe un haz emitido por otra parte del dispositivo.

Muchos hogares, escuelas y tiendas utilizan*detectores de movimiento infrarrojos pasivos (PIR)*Para encender luces o detectar intrusos. Los detectores de movimiento PIR contienen un sensor (que generalmente consta de dos cristales), una lente y un pequeño circuito electrónico. Cuando la luz infrarroja incide en un cristal, genera una carga eléctrica. Dado que los cuerpos calientes (como los de la mayoría de los humanos) emiten luz infrarroja en longitudes de onda diferentes a las de los objetos más fríos (como una pared), las diferencias en la salida del sensor PIR pueden utilizarse para detectar la presencia de un cuerpo caliente. El circuito electrónico interpreta las diferencias en la salida del sensor PIR para determinar si...

Un objeto caliente y en movimiento está cerca. (El uso de dos cristales en el sensor PIR permite que el sensor distinga entre eventos que afectan a ambos cristales por igual y simultáneamente (como cambios en la temperatura ambiente) y eventos que afectan a los cristales de manera diferente (como un cuerpo caliente que se mueve primero cerca de un cristal y luego del otro).

Los detectores de movimiento PIR industriales utilizan o controlan circuitos de 120 voltios y están diseñados para instalarse en la pared o sobre un foco. Para proyectos de aficionados que utilizan baterías, se necesita un detector de movimiento compacto que funcione con aproximadamente 5 voltios. Un detector de movimiento compacto típico tiene tres cables: tierra, alimentación de voltaje positivo y salida del detector. Si se suministran +5 voltios al detector, el voltaje en el cable de salida es de aproximadamente 0 voltios cuando no se detecta movimiento o de aproximadamente 5 voltios cuando sí se detecta. Puede encontrar detectores de movimiento compactos a través de proveedores de sistemas de seguridad en línea, pero asegúrese de comprar uno. *detector de movimiento*, en lugar de sólo una*Sensor PIR*La lente incluida en un detector de movimiento ayuda al dispositivo a detectar el*movimiento*de un objeto en lugar de sólo el*presencia*de un objeto.

Los catálogos de proveedores suelen indicar la resistencia de los termistores medida a 25 grados Celsius (77 °F). Mida usted mismo la resistencia del termistor con un multímetro a diferentes temperaturas (consulte el Capítulo 16 para obtener más información sobre el uso de multímetros). Estas mediciones le permiten...*calibrar*El termistor, o bien, obtener la relación exacta entre temperatura y resistencia. Si no está seguro del tipo de termistor, puede averiguarlo identificando si el valor aumenta o disminuye con el aumento de temperatura.

Si planea usar el termistor para activar una acción a una temperatura particular, asegúrese de medir la resistencia del termistor.*a esa temperatura.*

Otras formas de tomarse la temperatura

En la sección "Sintiendo el calor", analizo los sensores de temperatura llamados termistores, pero existen otros tipos de sensores de temperatura. A continuación, un breve resumen de sus características:

- ✓ **Sensor de temperatura de semiconductores:** El tipo más común de sensor de temperatura, cuyo voltaje de salida depende de la temperatura, contiene dos transistores (más sobre ellos en el Capítulo 10).
- ✓ **Par termoeléctrico:** Un termopar contiene dos cables de diferentes metales (por ejemplo, cobre y una aleación de níquel/cobre) que se sueldan entre sí en un punto. Estos sensores generan un voltaje que... Cambia con la temperatura. Los metales que utiliza determinan cómo cambia el voltaje con la temperatura. Los termopares pueden medir altas temperaturas: varios cientos de grados o incluso más de mil grados.
- ✓ **Sensor de temperatura infrarrojo:** Este sensor mide la luz infrarroja emitida por un objeto. Se utiliza cuando el sensor debe ubicarse a cierta distancia del objeto que se desea medir. Por ejemplo, se utiliza si un gas corrosivo rodea al objeto. Las plantas industriales y los laboratorios científicos suelen utilizar termopares y sensores de temperatura infrarrojos.

Transductores de entrada más energizantes

En los circuitos electrónicos se utilizan muchos otros tipos de transductores de entrada. A continuación, se presentan tres ejemplos comunes:

- ✓ **Antenas:** Una antena detecta ondas electromagnéticas y transforma la energía en una señal eléctrica. (También funciona como un *transductor de salida*, (convirtiendo señales eléctricas en ondas electromagnéticas).
- ✓ **Sensores de presión o posición:** Estos sensores aprovechan las propiedades de resistencia variable de ciertos materiales al deformarse. Los cristales piezoeléctricos son uno de estos materiales.
- ✓ **Acelerómetros:** Un tipo de acelerómetro que detecta la orientación de su teléfono inteligente se basa en variaciones en la capacitancia que resultan cuando las fuerzas de aceleración mueven una pequeña placa capacitiva sujeta a un resorte en relación con una placa fija.

Los transductores suelen clasificarse según el tipo de conversión de energía que realizan; por ejemplo, transductores electroacústicos, electromagnéticos, fotoeléctricos y electromecánicos. Estos asombrosos dispositivos abren enormes oportunidades para que los circuitos electrónicos realicen innumerables tareas útiles.

Experimentando el resultado de la electrónica

Sensores, o*transductores de entrada,*tomar una forma de energía y convertirla en energía eléctrica, que se introduce en la entrada de un circuito electrónico. *Transductores de salida*hacen lo contrario: toman la señal electrónica en la salida de un circuito y la convierten en otra forma de energía, por ejemplo, sonido, luz o movimiento (que es energía mecánica).

Puede que no te des cuenta, pero probablemente estés familiarizado con muchos dispositivos que en realidad son transductores de salida. Las bombillas, los LED, los motores, los altavoces, las pantallas de cristal líquido (LCD) y otras pantallas visuales electrónicas convierten la energía eléctrica en otra forma de energía. Sin estos dispositivos, podrías crear, moldear y enviar señales eléctricas a través de cables y componentes todo el día, sin aprovechar los valiosos beneficios de la electrónica. Solo cuando transformas la electricidad...
energía en una forma de energía que puedas experimentar (y usar) para que comiences a disfrutar de los frutos de tu trabajo.

Los símbolos esquemáticos de los tres transductores de salida analizados en esta sección se muestran en la Figura 12-8.

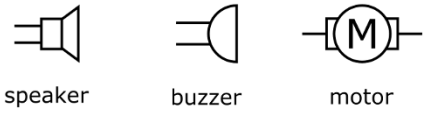


Figura 12-8:Símbolos de circuito para algunos transductores de salida populares.

Hablando de altavoces

*Oradores*Convierten las señales eléctricas en energía sonora. La mayoría de los altavoces constan simplemente de un imán permanente, un electroimán (que es un imán temporal controlado eléctricamente) y un cono vibratorio. La Figura 12-9 muestra la disposición de los componentes de un altavoz.

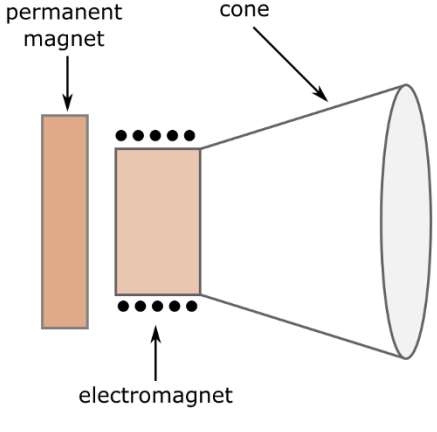


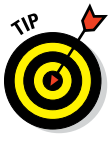
Figura 12-9: Las partes de un altavoz común y corriente: dos imanes y un cono.

El electroimán, que consiste en una bobina enrollada alrededor de un núcleo de hierro, está unido al cono. A medida que la corriente eléctrica circula alternadamente por la bobina, el electroimán es atraído y luego rechazado por el imán permanente. (El capítulo 8 explica con más detalle las fluctuaciones de los electroimanes). El movimiento del electroimán hace vibrar el cono, lo que crea ondas sonoras.

La mayoría de los altavoces incluyen dos cables intercambiables. Para proyectos más complejos, como altavoces en sistemas estéreo, es importante prestar atención a las marcas de polaridad de los altavoces, ya que se utilizan en los circuitos electrónicos del sistema.

Los oradores se califican según los siguientes criterios:

- ✓ **Rango de frecuencia:** Los altavoces pueden generar sonido en diferentes rangos de frecuencias, dependiendo del tamaño y el diseño de los altavoces, dentro del *rango de frecuencia audible* (Aproximadamente entre 20 Hz [hercios] y 20 kHz [kilohercios]). Por ejemplo, un altavoz de un sistema estéreo puede generar sonido en el rango de graves (baja frecuencia audible) mientras que otro lo hace en un rango más agudo. Solo debe prestar mucha atención al rango de frecuencia de los altavoces al construir un sistema de audio de alta gama.
- ✓ **Impedancia:** La impedancia es una medida de la resistencia del altavoz a la corriente alterna (CA). Puedes encontrar fácilmente altavoces de 4 Ω, 8 Ω, 16 Ω y 32 Ω. Es importante seleccionar un altavoz que coincida con la impedancia mínima del amplificador que utilizas para alimentarlo. (Puedes encontrar esa impedancia en la hoja de datos del amplificador en el sitio web de tu proveedor). Si la impedancia del altavoz es demasiado alta, no obtendrás el volumen que esperas. Si la impedancia del altavoz es demasiado baja, podrías sobrecalentar el amplificador.
- ✓ **Potencia nominal:** La clasificación de potencia le indica cuánta potencia *tensión de potencia=corriente*) El altavoz puede soportarlo sin sufrir daños. Las potencias nominales típicas son 0,25 vatios, 0,5 vatios, 1 vatio y 2 vatios. Asegúrese de consultar la potencia máxima del amplificador que alimenta su altavoz (consulte la hoja de datos) y elija un altavoz con una potencia nominal de al menos ese valor.



Para proyectos electrónicos de aficionados, los altavoces miniatura (de unos 5 a 7,5 cm de diámetro) con una impedancia de entrada de 8 Ω suelen ser justo lo que necesitas. Solo ten cuidado de no sobrecargar estos pequeños aparatos, que suelen funcionar solo con entre 0,25 y 0,5 vatios.

Sonando con zumbadores

Al igual que los altavoces, los zumbadores generan sonido, pero a diferencia de los altavoces, los zumbadores producen el sonido indiscriminadamente. *mismo* Sonido molesto sin importar el voltaje aplicado (dentro de lo razonable). Con altavoces, la entrada de Mozart crea una salida de Mozart; con zumbadores, la entrada de Mozart solo crea ruido.

Un tipo de timbre, un*zumbador piezoeléctrico,*Contiene un diafragma unido a un cristal piezoeléctrico. Al aplicar voltaje al cristal, este se expande o se contrae (efecto piezoeléctrico); este efecto, a su vez, hace vibrar el diafragma, generando ondas sonoras. (Tenga en cuenta que los zumbadores piezoeléctricos funcionan de forma prácticamente opuesta a la de un micrófono de cristal, como se describió anteriormente en este capítulo).

Los zumbadores tienen dos cables y vienen en diversos paquetes. La Figura 12-10 muestra un zumbador típico. Para conectar los cables correctamente, recuerde que el cable rojo se conecta a una tensión de CC positiva.

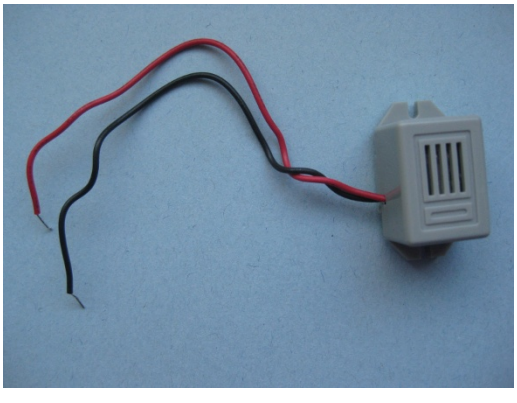


Figura 12-10: Este pequeño y ruidoso timbre es fácil de utilizar.

A la hora de comprar un timbre, debes tener en cuenta tres especificaciones:

- ✓ **La frecuencia del sonido que emite:**La mayoría de los zumbadores emiten un sonido en una frecuencia, en algún lugar en el rango de 2 kHz a 4 kHz.
- ✓ **Voltaje de funcionamiento y rango de voltaje:**Asegúrese de obtener un zumbador que funcione con el voltaje de CC que suministra su proyecto.
- ✓ **El nivel de sonido que produce en unidad de decibelios (dB):**Cuanto mayor sea la clasificación de decibelios, más fuerte (y más molesto) será el sonido emitido. Un voltaje de CC más alto proporciona un nivel de sonido más alto.

Procure que el sonido no sea tan fuerte que dañe su audición. Puede sufrir pérdida auditiva permanente si se expone a un sonido de 90 dB o más durante un intervalo prolongado, pero no sentirá dolor hasta que el sonido alcance al menos 125 dB.

Creando buenas vibraciones con motores DC

¿Alguna vez te has preguntado qué causa la vibración de tu smartphone? No, no son los frijoles saltarines mexicanos: estos dispositivos normalmente usan un*motor de corriente continua,*Que transforma la energía eléctrica (como la almacenada en una batería) en movimiento. Ese movimiento puede implicar girar las ruedas de un robot construido por ti o agitar tu teléfono inteligente. De hecho, puedes usar un motor de CC en cualquier proyecto que necesite movimiento.

Los electroimanes constituyen una parte importante de los motores de corriente continua porque estos motores constan, esencialmente, de un electroimán sobre un eje que gira entre dos imanes permanentes, como se puede ver en la Figura 12-11.

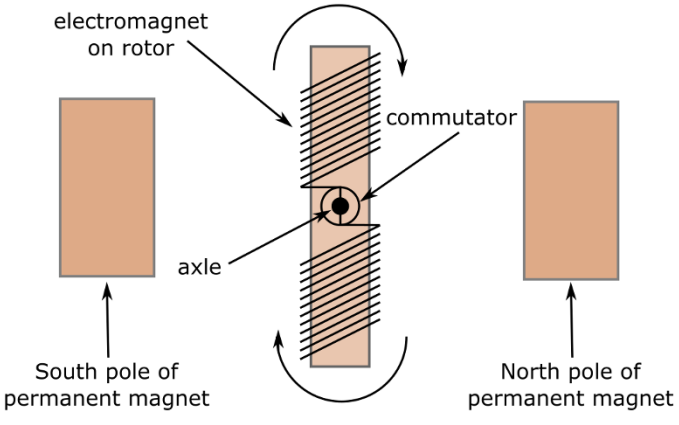


Figura 12-11:Cómo encajan las partes de un motor de corriente continua simple.

Los terminales positivo y negativo de la batería se conectan de modo que cada extremo del electroimán tenga la misma polaridad que el imán permanente adyacente. Los polos iguales de los imanes se repelen. Esta acción de repulsión mueve el electroimán y hace que el eje gire. A medida que el eje gira, las conexiones positiva y negativa del electroimán se intercambian, de modo que los imanes continúan empujando el eje.

Un mecanismo simple, que consiste en un*conmutador*(Una rueda segmentada, cada segmento conectado a un extremo diferente del electroimán, y las escobillas que tocan el conmutador, provocan cambios en las conexiones. El conmutador gira con el eje y las escobillas permanecen fijas, una conectada al terminal positivo de la batería y la otra al negativo. A medida que el eje (y, por lo tanto, el conmutador) gira, el segmento en contacto con cada escobilla cambia. Esto, a su vez, cambia el extremo del electroimán conectado a la tensión negativa o positiva.

Si quieres tener una idea del mecanismo interior de un motor de corriente continua, compra uno barato por unos pocos dólares y desmóntalo.

El eje de un motor de CC gira miles de veces por minuto, una velocidad algo rápida para la mayoría de las aplicaciones. Los proveedores venden motores de CC con algo llamado...*cabezal de engranaje*Premontado; este dispositivo reduce la velocidad del eje de salida a menos de cien revoluciones por minuto (rpm). Esta técnica es similar a cómo el cambio de marchas en un coche modifica la velocidad.

Los catálogos de los proveedores suelen incluir varias especificaciones para los motores que ofrecen. Al comprar motores eléctricos, tenga en cuenta estas dos características clave:

- ✓ **Velocidad:**La velocidad (en rpm) que necesitas depende de tu proyecto. Por ejemplo, al girar las ruedas de un coche a escala, puedes apuntar a 60 rpm, con el motor girando las ruedas una vez por segundo.
- ✓ **Voltaje de funcionamiento:**El voltaje de funcionamiento se indica como un rango. Los proyectos de electrónica de aficionados suelen utilizar un motor que funciona en el rango de 4,5 V a 12 V. Tenga en cuenta también el voltaje nominal del fabricante y las rpm indicadas para el motor. El motor funciona a estas rpm cuando se aplica el voltaje nominal. Si se aplica un voltaje inferior al nominal, el motor funciona a una velocidad inferior a las rpm indicadas. Si se aplica un voltaje superior, puede que funcione más rápido, pero probablemente se queme.

Los motores de CC tienen dos cables (o terminales a los que se sueldan los cables), uno para la tensión de alimentación positiva y otro para la negativa. El motor funciona simplemente suministrando una tensión de CC que genere la velocidad deseada y desactivándola cuando se desea detener el motor. En muchos motores de CC, cambiar la polaridad de la tensión de alimentación modifica la dirección de rotación del eje.

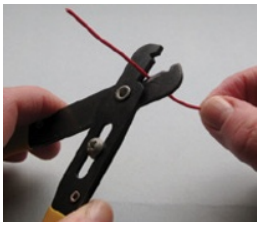
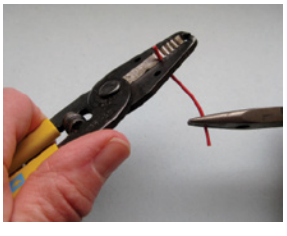
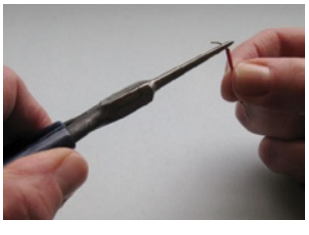
Puede utilizar un método más eficiente para controlar la velocidad del motor llamado *modulación por ancho de pulso.*Este método activa y desactiva el voltaje en pulsos rápidos. Cuanto más largos sean los intervalos de activación, más rápido funcionará el motor. Si está construyendo un kit para un dispositivo controlado por motor (como un robot), este tipo de control de velocidad debería estar incluido en la electrónica del kit.

Si va a colocar elementos como ruedas, aspas de ventilador, etc., en el eje del motor, asegúrese de haber colocado el componente*de forma segura*Antes de encender el motor. Si no lo hace, el objeto podría salirse y golpearle a usted o a un ser querido en la cara.

Parte III

Tomando esto en serio

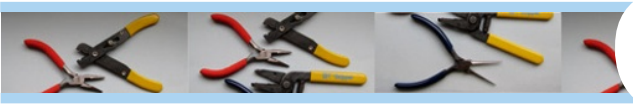
Electrónica

Verificarwww.dummies.com/extras/electronicspara aprender qué es un osciloscopio y cómo puede ayudarle a visualizar lo que sucede en sus circuitos.

En esta parte . . .

- ✓ Preparando tu laboratorio de científico loco
- ✓ Aprendiendo a leer esquemas
- ✓ Dominando el arte de la soldadura
- ✓ Construcción de circuitos plug-and-play en una placa de pruebas sin soldadura
- ✓ Creando circuitos permanentes
- ✓ Explorando el funcionamiento del circuito usando un multímetro
- ✓ Desarrollar proyectos geniales que controlen luces, hagan sonar una alarma, creen música y mucho más.



13

Preparando su laboratorio y asegurándose Tu seguridad

En este capítulo

- Diseñando un espacio de trabajo que funcione para usted
- Almacenamiento de herramientas y otros suministros
- Creación de un kit de inicio de componentes electrónicos
- Dándose cuenta de que la Ley de Ohm también se aplica a los humanos
- Evitar la electrocución
- Cómo evitar que sus componentes se conviertan en trozos de carbón

Descubrir cómo funcionan las resistencias, los diodos, los transistores y otros componentes electrónicos es genial, pero crear proyectos reales que hagan que las cosas zumben, piten y hagan ruido en la noche es donde está la verdadera diversión. Para aprovechar al máximo su viaje al mundo de la electrónica, sería conveniente dedicar algún tiempo a prepararse adecuadamente.

En este capítulo, te doy las pautas para montar un pequeño laboratorio de electrónica en casa. Te detallo las herramientas y los materiales necesarios para construir circuitos, y te doy una lista de componentes electrónicos para que puedas crear diversos proyectos.

Como construir circuitos no es para los débiles de corazón (incluso las corrientes pequeñas pueden afectar su corazón), le explico la información de seguridad que necesita saber para mantenerse saludable como aficionado.

Un consejo: No se necesita mucha corriente eléctrica para causar lesiones graves o incluso la muerte. Incluso los profesionales más experimentados toman las precauciones necesarias para mantenerse a salvo. Les recomiendo encarecidamente (incluso insisto) que lean detenidamente la información de seguridad proporcionada (¡me costó mucho prepararla!) y, antes de comenzar cada proyecto, revisen la lista de verificación de seguridad al final de este capítulo. ¿Lo prometen?

Elegir un lugar para practicar electrónica

El lugar donde ubiques tu taller es tan importante como los proyectos que realices y las herramientas que uses. Al igual que en el sector inmobiliario, la clave para el trabajo en electrónica es la ubicación, la ubicación, la ubicación. Al elegir el lugar adecuado en tu casa o apartamento, estarás mejor organizado y disfrutarás mucho más de tus experimentos. No hay nada peor que trabajar con un banco de trabajo desordenado, con poca luz y respirando aire viciado.

Los mejores ingredientes para un gran laboratorio

Los ingredientes principales para un laboratorio de electrónica bien equipado son los siguientes:

- ✓ Un lugar cómodo para trabajar, con mesa y silla.
- ✓ Buena iluminación
- ✓ Amplios enchufes eléctricos, con servicio de al menos 15 amperios
- ✓ Herramientas y cajas de herramientas en estantes o racks cercanos
- ✓ Un clima cómodo y seco.
- ✓ Una superficie de trabajo sólida y plana
- ✓ Paz y tranquilidad

El espacio de trabajo ideal no se ve perturbado si tienes que ausentarte por horas o días. Además, la mesa de trabajo debe estar fuera del alcance o inaccesible para tus hijos. ¡Los niños curiosos y los dispositivos electrónicos no se llevan bien!

El garaje es un lugar ideal porque te da la libertad de trabajar con soldadura y otros materiales que ensucian sin preocuparte por ensuciar la alfombra o los muebles cercanos. No necesitas mucho espacio; unos 90 x 120 cm deberían ser suficientes. Si no puedes despejar tanto espacio en tu garaje (o no tienes garaje), puedes usar una habitación de la casa, pero intenta designar un rincón o una sección de la habitación para tus trabajos de electrónica. Al trabajar en una habitación alfombrada, puedes prevenir la electricidad estática extendiendo una cubierta protectora, como una alfombra antiestática, sobre el suelo. Explicaré esto en detalle más adelante en este capítulo.

Si su área de trabajo debe estar expuesta a otros miembros de la familia, busque maneras de prohibir el acceso a personas con menos conocimientos sobre seguridad electrónica (que abordaré más adelante en este capítulo), especialmente a niños pequeños. Mantenga sus proyectos, herramientas y suministros fuera del alcance de los niños o tras puertas cerradas con llave. Y asegúrese de mantener los circuitos integrados y otras piezas afiladas lejos del suelo; ¡son dolorosas al pisarlas!

Independientemente de dónde instale su taller, tenga en cuenta el clima. Las temperaturas extremas de calor, frío o humedad pueden afectar gravemente sus circuitos electrónicos. Si encuentra un área de trabajo fría, cálida o húmeda, tome medidas para controlar el clima en esa zona o no la utilice para trabajos electrónicos. Es posible que necesite añadir aislamiento, un aire acondicionado o un deshumidificador para controlar la temperatura y la humedad de su área de trabajo. Coloque su banco de trabajo lejos de puertas y ventanas abiertas que puedan permitir la entrada de humedad y temperaturas extremas. Y por razones de seguridad, nunca —repito—*nunca*—Trabajar en un área donde el piso esté mojado o incluso ligeramente húmedo.

Conceptos básicos del banco de trabajo

El tipo de proyecto que realice determinará el tamaño del banco de trabajo que necesita, pero para la mayoría de las aplicaciones, una mesa u otra superficie plana de aproximadamente 60 x 90 cm será suficiente. Incluso puede tener un pequeño escritorio, mesa o mesa de dibujo que pueda usar como banco de electrónica.

Puedes hacer tu propio banco de trabajo fácilmente usando una puerta vieja como superficie de trabajo. Si no tienes una puerta vieja en casa, compra una puerta hueca económica o una puerta maciza más resistente en tu ferretería local. Construye las patas con listones de madera de 2x4 de 76 cm y fíjalas con soportes para vigas. Como alternativa, puedes usar madera contrachapada o aglomerado de 19 mm para crear tu superficie de trabajo.

Si lo prefieres, puedes prescindir de las patas de 2x4 y construir un banco de trabajo sencillo con una puerta y dos caballetes. Así, podrás desmontarlo y guardarlo en un rincón cuando no lo uses. Usa cuerdas elásticas para asegurar la puerta a los caballetes y evitar que la parte superior del banco se caiga accidentalmente.

Recuerda que, al trabajar en proyectos, pasas horas agachado sobre tu banco de trabajo. Puedes ahorrar y comprar o construir una mesa de trabajo económica, pero si aún no tienes una buena silla, ponla en primer lugar de tu lista de compras. Asegúrate de ajustar el asiento a la altura de la mesa de trabajo. Una silla mal ajustada puede causar dolor de espalda y fatiga.

Adquisición de herramientas y suministros

Cada pasatiempo tiene su propia variedad de herramientas y suministros, y la electrónica no es la excepción. Desde un simple destornillador hasta un taladro de alta velocidad, disfrutarás mucho más jugando con la electrónica si tienes las herramientas adecuadas y una variedad de suministros, organizados y almacenados para que puedas tenerlos a mano cuando los necesites sin desordenar tu área de trabajo.

Esta sección le indica exactamente qué herramientas y suministros necesita para completar proyectos de electrónica básica a intermedia.

Si tienes un lugar fijo en casa para trabajar con electrónica, puedes colgar algunas de las herramientas manuales mencionadas en esta sección en la pared o en un tablero perforado. Reserva este uso especial para las herramientas que más usas. Puedes guardar otras herramientas pequeñas y algunos suministros en una pequeña caja de herramientas, que puedes guardar en tu banco de trabajo. Una caja de plástico para aparejos de pesca con muchos compartimentos pequeños y una sección grande puede ayudarte a mantener tus cosas organizadas.

Armando un multímetro

Una de las herramientas más importantes que necesitarás es una*multímetro,*Se utiliza para medir voltajes de CA y CC, resistencia y corriente cuando se desea explorar la información de un circuito. La mayoría de los multímetros actuales son digitales (véase la Figura 13-1), lo que significa que utilizan pantallas numéricas, como un reloj digital. (Puede utilizarse para explorar circuitos tanto analógicos como digitales). Un multímetro analógico antiguo utiliza una aguja para señalar una escala graduada.

Figura 13-1: Los multímetros miden voltaje, resistencia y corriente.

Cada multímetro incluye un par de cables de prueba: uno negro (para la conexión a tierra) y uno rojo (para la conexión positiva). En los multímetros de bolsillo pequeños, los cables de prueba están fijados permanentemente, mientras que en los modelos más grandes, se pueden desconectar. Cada cable de prueba tiene una punta metálica cónica que se utiliza para sondear circuitos. También se pueden adquirir pinzas de prueba que se deslizan sobre las puntas, lo que facilita enormemente las pruebas, ya que se pueden conectar a cables o componentes.

Los precios de los multímetros nuevos varían entre $10 y más de $100. Los multímetros de mayor precio incluyen accesorios adicionales.

Características como la capacidad de prueba integrada para condensadores, diodos y transistores. Piensa en un multímetro como si fuera un par de ojos que observan tus circuitos y considera comprar el mejor modelo que puedas permitirte. De esta manera, a medida que tus proyectos se vuelven más complejos, seguirás teniendo una vista magnífica de lo que sucede en su interior.

Te doy los detalles sobre cómo utilizar un multímetro en el Capítulo 16.

Almacenamiento de equipos de soldadura

Soldadura(Se pronuncia "SOD-er-ing"), es el método que se utiliza para crear conexiones semipermanentes entre componentes al construir un circuito. En lugar de usar pegamento para unir los componentes, se utilizan pequeñas gotas de metal fundido llamadas *soldar* aplicado mediante un dispositivo llamado*soldador.*El metal proporciona una unión física conductora, conocida como*junta de soldadura,*entre los cables y los conductores de los componentes de su circuito.

Te alegrará saber que solo necesitas unas pocas herramientas sencillas para soldar. Puedes comprar un equipo de soldadura básico y sencillo por menos de $10, pero las mejores herramientas de soldadura cuestan un poco más. Como mínimo, necesitarás los siguientes elementos básicos para soldar:

- ✓ **Soldador:**A*soldador,* También llamado*lápiz de soldar,*Es una herramienta similar a una varilla que consta de un mango aislante, un elemento calefactor y una punta metálica pulida. (Véase la Figura 13-2). Elija un soldador de 25 a 30 vatios, con punta reemplazable y un enchufe de tres clavijas para que tenga conexión a tierra. Algunos modelos permiten usar puntas de diferentes tamaños para distintos tipos de proyectos, y otros incluyen controles variables que permiten ajustar la potencia. (Ambas opciones son útiles, pero no imprescindibles).

Figura 13-2: Algunos modelos de soldadores son de temperatura ajustable y vienen con sus propios soportes.

- ✓ **Soporte de soldadura:**El soporte sostiene el soldador y evita que la punta, muy caliente, entre en contacto con cualquier objeto de la superficie de trabajo. Algunos soldadores incluyen soportes. (Normalmente, estas combinaciones se conocen como*estaciones de soldadura.*El soporte debe tener una base con peso; si no, fíjelo a la mesa de trabajo para que no se vuelque. Un soporte es imprescindible, a menos que quiera quemar su proyecto, su escritorio o a usted mismo.

- **Soldar:** *Soldar* Es un metal blando que se calienta con un soldador y luego se deja enfriar, formando una unión conductora. La soldadura estándar utilizada en electrónica es... *núcleo de resina 60/40,* que contiene aproximadamente un 60 % de estaño y un 40 % de plomo, y tiene un núcleo de fundente de colofonia. (Evite la soldadura formulada para plomería, ya que corroe las piezas electrónicas y las placas de circuitos). La cera... *flujo* Ayuda a limpiar los metales que se unen y mejora la capacidad de la soldadura fundida para fluir y adherirse a los componentes y al cable, asegurando una buena unión. La soldadura se vende en carretes, y recomiendo diámetros de 0,031 pulgadas (calibre 22) o 0,062 pulgadas (calibre 16) para proyectos de electrónica de aficionados.

  El contenido de plomo en la soldadura con núcleo de resina 60/40 puede ser peligroso para la salud si no se manipula con cuidado. Asegúrese de mantener las manos alejadas de la boca y los ojos siempre que toque esta soldadura. Sobre todo, no use los dientes para sujetar un trozo de soldadura mientras tenga las manos ocupadas.

Te recomiendo que también adquieras estas herramientas y accesorios de soldadura adicionales:

- **Esponja humedecida:** Se usa para limpiar el exceso de soldadura y fundente de la punta caliente del soldador. Algunos soportes para soldar incluyen una esponja pequeña y un espacio para colocarla, pero una esponja limpia de uso doméstico también funciona.

- **Herramientas para quitar soldadura:** A *succionador de soldadura,* También conocido como *bomba desoldadora,* Es un aspirador con resorte que se puede usar para retirar una soldadura o el exceso de soldadura en el circuito. Para usarlo, derrita la soldadura que desea retirar, coloque rápidamente el aspirador sobre la gota fundida y actívelo para aspirar la soldadura. También puede usar un *soldar* (o *desoldar*) *mecha* o *trenza,* Este es un alambre de cobre plano y tejido que se coloca sobre la soldadura sobrante y se le aplica calor. Cuando la soldadura alcanza su punto de fusión, se adhiere al alambre de cobre, que luego se retira y se desecha.

- **Pasta limpiadora de puntas:** Esto le dará a la punta del soldador una buena limpieza.

- **Removedor de fundente de colofonia:** Disponible en botella o aerosol, use el removedor después de soldar para limpiar cualquier resto de fundente y evitar que oxide (o oxide, en términos no científicos) su circuito, lo que puede debilitar la unión de metal.

- **Consejos de soldadura adicionales:** Para la mayoría de los trabajos electrónicos, una punta cónica o cincelada pequeña (con un radio de 3/64 a 7/64 de pulgada), o simplemente una punta fina, funciona bien. Puede encontrar puntas más grandes o más pequeñas para diferentes tipos de proyectos. Asegúrese de comprar la punta correcta para la marca y el modelo de su soldador. Reemplace la punta cuando presente signos de corrosión, picaduras o desprendimiento del revestimiento; una punta desgastada no transmite tanto calor.

En el capítulo 15, explico en detalle cómo utilizar un soldador.

Acaparamiento de herramientas manuales

Las herramientas manuales son esenciales en cualquier caja de herramientas. Estas herramientas aprietan tornillos, cortan cables, doblan pequeños trozos de metal y realizan todas esas tareas cotidianas. Asegúrate de tener las siguientes herramientas disponibles en tu banco de trabajo:

- **Cortador de alambre:** Puede encontrar cortadores de alambre de uso general en ferreterías y tiendas de artículos para el hogar, pero vale la pena invertir aproximadamente $5 en uno. *enjuagar*, o *cortador diagonal*, como se muestra en la Figura 13-3, para hacer cortes en lugares estrechos, como por ejemplo encima de una junta de soldadura.

Figura 13-3: Los cortadores diagonales cortan los extremos del cable al ras de la superficie.

- **Pelacables:** A menudo es necesario exponer aproximadamente media pulgada de cable pelado para poder soldar una conexión o insertar el cable en los orificios de una placa de pruebas sin soldadura (de lo que hablo a continuación). Un buen pelacables tiene muescas. Esto le permite pelar de forma limpia y sencilla solo el aislamiento plástico de cables de varios tamaños (conocidos como calibres, como se describe en el Capítulo 12), sin dañar el cable de cobre interior. También puede encontrar un cortador y pelacables combinado, pero es posible que deba realizar su propio control de calibre.

- **Alicates de punta fina (dos juegos):** Estos alicates te ayudan a doblar cables, insertar cables en los agujeros de la placa de pruebas y sujetar las piezas en su lugar. Consigue dos pares: un juego pequeño (de 12,7 cm de largo) para trabajos complejos y un juego estándar para cuando necesites aplicar un poco más de presión.

- **Destornilladores de precisión:** Asegúrese de tener ambos lados rectos y *Cabeza Phillips* (Destornilladores con punta en forma de cruz (lo suficientemente pequeños para sus necesidades electrónicas). Use el tamaño adecuado para evitar dañar la cabeza del tornillo. Para facilitar el trabajo con tornillos pequeños, use un destornillador imantado o aplique un poco de masilla de goma en la cabeza del tornillo antes de insertar la punta. Funciona de maravilla.

- **Lupa:** Una lupa de 3X (o más) puede ayudarle a verificar las uniones soldadas y leer números de piezas diminutos.

- **Tercera mano:** No, esto no es una pieza del cuerpo de tu compañero. Es una herramienta que se sujeta a la mesa de trabajo y tiene pinzas ajustables que sujetan piezas pequeñas mientras trabajas. Una tercera mano facilita muchísimo tareas como soldar. Consulta la Figura 13-4 para ver un ejemplo de una tercera mano que también incluye una lupa.

Figura 13-4: Estas manos amigas combinan pinzas de cocodrilo con una lupa.

Recolección de telas y limpiadores

Si no mantiene los circuitos, componentes y otras partes de sus proyectos electrónicos tan limpios como un... Si se silba, puede que no funcionen como se anuncia. Es especialmente importante empezar desde cero si se sueldan piezas entre sí o a una placa de circuito. La suciedad provoca malas soldaduras, y las malas soldaduras provocan circuitos defectuosos.

Aquí tienes una lista de elementos que pueden ayudarte a mantener tus proyectos impecables:

- **Vendaje de tela suave o gasa:** Mantenga sus pertenencias libres de polvo con un paño suave o una venda esterilizada sin pelusa. No utilice aerosoles domésticos para limpiar el polvo, ya que algunos generan cargas estáticas que pueden dañar los dispositivos electrónicos.
- **Aire comprimido:** Una dosis de aire comprimido, disponible en latas, puede eliminar el polvo de las delicadas partes internas de los dispositivos electrónicos. Pero guárdelo bajo llave cuando no lo use; si se inhala indebidamente, el aire comprimido puede causar la muerte.
- **Limpiador doméstico a base de agua:** Rocíe ligeramente para eliminar la suciedad difícil y el exceso de grasa de herramientas, superficies de trabajo y las superficies exteriores de sus proyectos. No los use cerca de circuitos eléctricos, ya que podría provocar un cortocircuito.
- **Limpiador/desengrasante de electrónica:** Utilice únicamente un limpiador/desengrasante diseñado específicamente para su uso en componentes electrónicos.
- **Pinceles de artista:** Consigue un cepillo pequeño y uno ancho para quitar la suciedad, pero evita los cepillos baratos que sueltan cerdas. Un cepillo de dientes limpio y seco también funciona bien.
- **Pincel fotográfico para bombillas:** Disponible en cualquier tienda de fotografía, un pincel de bombilla combina la acción de batir de un cepillo suave con la acción de limpieza de una fuerte ráfaga de aire.

- ✓ **Limpiador de contactos:** Disponible en aerosol, el limpiador de contactos permite limpiar contactos eléctricos. Rocíelo sobre un cepillo y luego páselo suavemente sobre los contactos para limpiarlos bien.
- ✓ **Hisopos de algodón:** Absorba el exceso de aceite, lubricante y limpiador con estos hisopos.
- ✓ **Palitos para cutículas y limas de uñas:** ¡Raspa la basura de las placas de circuitos y de los contactos eléctricos y luego hazte la manicura!
- ✓ **Borrador de lápiz rosa:** Ideal para limpiar contactos eléctricos, especialmente los contaminados por el ácido de una batería con fugas. Debe ser rosa; otros borradores pueden dejar residuos difíciles de eliminar. Evite frotar el borrador contra una placa de circuito, ya que puede generar electricidad estática.

Cargando lubricantes

Los motores y otras piezas mecánicas utilizadas en proyectos electrónicos requieren cierta cantidad de grasa o aceite para funcionar, y es necesario relubricarlos periódicamente. Se utilizan dos tipos de lubricantes en proyectos electrónicos, y hay uno que debe evitarse.

Evite usar lubricante sintético en aerosol (como WD-40 y LPS) en sus proyectos electrónicos. Como no puede controlar la cantidad de lubricante, es probable que caiga sobre piezas que no deben lubricarse. Además, algunos lubricantes sintéticos no son conductores y su fina capa puede interferir e interrumpir los contactos eléctricos.

Los lubricantes okey-dokey son

- ✓ **Aceite ligero para máquinas:** Use este tipo de aceite para piezas que giran. Evite usar aceite con ingredientes antioxidantes que puedan reaccionar con las piezas de plástico y fundirlas. Un aceite de jeringa con boquilla larga y delgada es ideal para lugares de difícil acceso.
- ✓ **Grasa sintética:** Utilice grasa de litio u otra grasa sintética para las piezas que engranan o se deslizan.

Puede encontrar aceite ligero para máquinas y grasa sintética en tiendas de artículos electrónicos, así como en muchas tiendas de música, máquinas de coser, hobbies y ferreterías.

No aplique lubricante a menos que esté seguro de que una pieza mecánica lo necesita. Ciertos plásticos autolubricantes utilizados en componentes mecánicos pueden deteriorarse al exponerse a lubricantes derivados del petróleo. Si va a reparar un reproductor de CD u otro equipo electrónico, consulte con el fabricante las instrucciones sobre el uso de lubricante.

Abastecerse de cosas pegajosas

Muchos proyectos electrónicos requieren el uso de algún tipo de adhesivo. Por ejemplo, podría necesitar fijar una pequeña placa de circuito impreso al interior de una caja de proyectos de bolsillo. Según la aplicación, puede usar uno o más de los siguientes adhesivos:

- ✓ **Pegamento doméstico blanco**Se recomienda su uso en proyectos con madera u otros materiales porosos. Deje secar el pegamento de 20 a 30 minutos y unas 12 horas para que se endurezca.
- ✓ **Cemento epoxi**Crea uniones fuertes y resistentes a la humedad, y se puede usar en cualquier material. Deje que el epoxi se endurezca de 5 a 30 minutos y 12 horas para que se endurezca.
- ✓ **Pegamento de cianoacrilato (CA), o superpegamento,**Pega prácticamente cualquier cosa (incluso los dedos, así que tenga cuidado), casi al instante. Use pegamento CA común para unir piezas lisas y perfectamente encajadas; use el pegamento CA de relleno más denso si las piezas no encajan al 100 %.
- ✓ **Cinta de espuma de doble cara**Es una forma rápida de asegurar las placas de circuitos a los gabinetes o de asegurarse de que los componentes que quedan sueltos permanezcan en su lugar.
- ✓ **Una pistola de pegamento termofusible**Permite pegar objetos con un tiempo de secado de tan solo 30 segundos. El pegamento impermeable y sellador de huecos viene en una barra que se desliza por una ranura de la pistola, lo que lo calienta a entre 121 °C y 175 °C, lo suficientemente caliente como para lastimarte, pero no tanto como para derretir la soldadura.

Otras herramientas y suministros

Te recomiendo encarecidamente que adquieras otros tres elementos antes de comenzar cualquier trabajo electrónico:

- ✓ **Gafas de seguridad:**Las gafas de seguridad de plástico con estilo nunca pasan de moda. Son imprescindibles para proteger tus ojos de trozos de cable que salen volando, soldaduras que chisporrotean, piezas electrónicas que explotan y muchos otros objetos pequeños. Si usas gafas graduadas, ponte gafas de seguridad encima para asegurar una protección completa alrededor de tus ojos.
- ✓ **Correa de muñeca antiestática:**Esta correa económica evita que las descargas electrostáticas dañen componentes electrónicos sensibles. Hablé de este dispositivo más adelante en este capítulo.
- ✓ **Botiquín de primeros auxilios y guía:**Trabajar con circuitos electrónicos puede causar quemaduras (o algo peor). Es recomendable tener un botiquín de primeros auxilios en el banco de trabajo. Asegúrese de incluir instrucciones para aplicar primeros auxilios.

Llegará el momento en que querrás encerrar un proyecto electrónico en un contenedor con cables o perillas sobresaliendo. Por ejemplo, supongamos que construyes una lámpara navideña con una frecuencia de parpadeo controlable. Quizás quieras colocar el circuito principal en una caja, cortar un agujero en la parte frontal de la caja e insertar un...

potenciómetro(Una resistencia variable) a través del orificio permite controlar la velocidad de parpadeo de las luces. También puedes construir un circuito que detecte a los intrusos que abren el refrigerador. Puedes disfrazar el circuito como una panera y colocarla junto al refrigerador. En cualquier caso, necesitarás herramientas y materiales adicionales para completar el proyecto.

Aquí tienes una lista de suministros y herramientas asociadas que puedes necesitar para empaquetar tu proyecto:

- ✓ **Caja preparada:**Puedes encontrar cajas de madera sencillas sin terminar en tiendas de manualidades y cajas de plástico ABS en la mayoría de los proveedores de electrónica. O puedes hacer tu propia caja con madera contrachapada o plástico PVC, usando cemento de contacto u otro adhesivo para mantenerla unida.
- ✓ **Clips de alambre:**Los clips de plástico con respaldo adhesivo mantienen los cables en su lugar a lo largo del interior de la caja.
- ✓ **Bridas para cables:**Utilice bridas para fijar cables a superficies que no sean planas, como por ejemplo una clavija de madera.
- ✓ **Taladro eléctrico:**Un taladro con una punta de 3/8 de pulgada*arrojar*(La abertura del taladro donde se inserta la broca es útil para hacer agujeros en la caja para perillas e interruptores. También puedes usarla para fijar ruedas u otras piezas externas.
- ✓ **Sierras de mano:**Puedes utilizar una sierra para metales para cortar madera o plástico para hacer la caja, y una sierra de vaivén para cortar aberturas amplias en la caja.

Abastecimiento de piezas y componentes

Bien, ya tienes tu banco de trabajo preparado, con destornilladores, alicates y sierras de mano, te has puesto la pulsera antiestática y las gafas de seguridad (¡y tu ropa de diario, por favor!), y tienes el soldador enchufado y listo para usar. ¿Qué falta? ¡Ah, sí, los componentes del circuito!

Cuando compra componentes de circuitos, generalmente no sale a comprar solo las piezas enumeradas para un diagrama de circuito en particular, o *esquemático.*Compras un surtido de piezas para poder construir varios proyectos diferentes sin tener que buscarlas cada vez que pruebas algo nuevo. Piensa en esto como reunir ingredientes para cocinar y hornear. Siempre tienes a mano muchos ingredientes básicos, como harina, azúcar, aceite, arroz y especias, y compras suficientes otros ingredientes para cocinar lo que te gusta durante una o dos semanas. Lo mismo ocurre con las piezas y componentes electrónicos.

En esta sección te cuento qué piezas y cuántas debes tener a mano para construir algunos proyectos de electrónica básica.

Placas de pruebas sin soldadura

A*placa de pruebas sin soldadura*Es similar, en cierto modo, a una mesa LEGO: es una superficie donde se pueden construir circuitos temporales simplemente conectando componentes en los agujeros dispuestos en filas y columnas a lo largo del tablero. Se puede desmontar fácilmente un circuito y construir otro diferente en la misma superficie.

Los agujeros en una placa de pruebas sin soldadura no son simples agujeros comunes; son *agujeros de contacto*con líneas de cobre que pasan por debajo para que los componentes conectados a dos o más orificios dentro de una fila en particular se conecten debajo de la superficie de la placa de pruebas. Conectas tu*componentes discretos*(resistencias, condensadores, diodos y transistores) y*circuitos integrados (CI)*de la manera correcta, y —*voilá*—Tienes un circuito conectado sin soldadura. Cuando te canses del circuito, puedes simplemente quitar las piezas y construir algo diferente usando la misma placa de pruebas.

La Figura 13-5 muestra una pequeña placa de pruebas sin soldadura con un circuito alimentado por batería conectado. La placa de pruebas de la figura tiene secciones de filas y columnas conectadas de cierta manera debajo de la placa. Explico cómo se conectan los distintos orificios de contacto en el Capítulo 15, donde también explico cómo construir circuitos con placas de pruebas. Por ahora, tenga en cuenta que existen placas de pruebas de diferentes tamaños con diferente número de orificios de contacto.

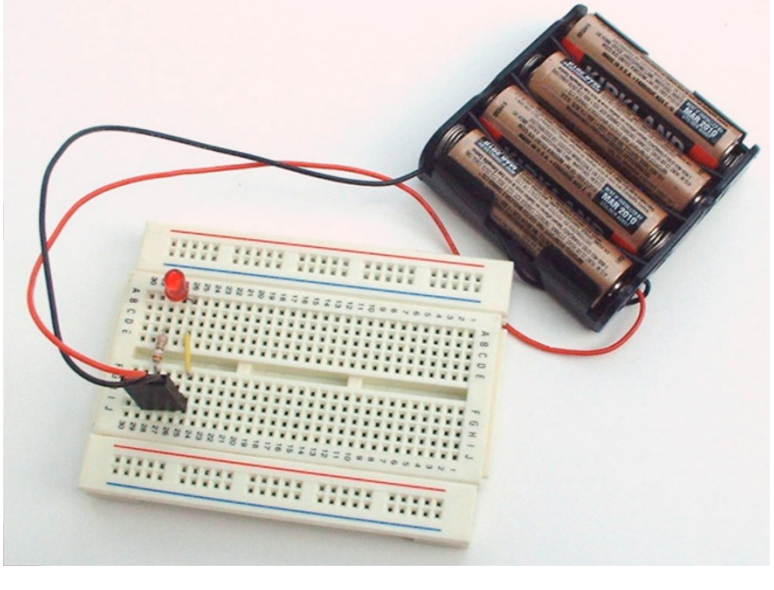


Figura 13-5: Puedes construir un circuito en una pequeña placa de pruebas sin soldadura en solo unos minutos.

Una placa de pruebas pequeña típica tiene 400 contactos y es útil para construir circuitos más pequeños con un máximo de dos circuitos integrados (más otros componentes discretos). Una placa de pruebas más grande típica contiene 830 contactos y se puede usar para construir circuitos algo más complejos. También se pueden conectar varias placas de pruebas simplemente conectando uno o más cables entre los contactos de una placa y los de la otra.

Te recomiendo comprar al menos dos placas de pruebas sin soldadura, y que al menos una de ellas sea más grande (830 contactos). Además, compra tiras de velcro adhesivas para sujetar las placas de pruebas en su lugar sobre la superficie de trabajo.

Las placas de pruebas sin soldadura se usan comúnmente para probar ideas de diseño de circuitos o para explorar circuitos mientras se aprende su funcionamiento. Si se crea y prueba un circuito con una placa de pruebas y se desea usarlo a largo plazo, se puede recrear en una placa de circuito impreso (PCB) o soldada. Una PCB es un tipo de placa de pruebas, pero en lugar de orificios de contacto, tiene orificios comunes con almohadillas de cobre alrededor de cada orificio y líneas metálicas que conectan los orificios dentro de cada fila. Las conexiones se realizan soldando los cables de los componentes a las almohadillas de cobre, asegurándose de que los componentes que se conectan estén ubicados en la misma fila. En este libro, me centro exclusivamente en la construcción de circuitos utilizando placas de pruebas sin soldadura.

Kit de inicio para construir circuitos

Necesitas varios componentes electrónicos discretos (con dos o tres cables individuales), algunos circuitos integrados, varias baterías y mucho cable para conectarlos. Algunos componentes, como resistencias y condensadores, vienen en paquetes de diez o más piezas. Te alegrará saber que estos componentes son económicos (e incluso baratos); abastecerlos te costará una o dos semanas de café con leche.

Quizás quieras refrescar tu memoria sobre qué son estos componentes y cómo funcionan consultando otros capítulos de este libro. Las resistencias y los potenciómetros se tratan en el capítulo 5, los condensadores en el capítulo 7, los diodos (incluidos los LED) en el capítulo 9 y los transistores en el capítulo 10. Los circuitos integrados se tratan en el capítulo 11, y las baterías y los cables en el capítulo 12.

Estos son los componentes discretos con los que recomiendo comenzar:

- ✓ **Resistencias fijas (película de carbono de 1/4 vatio o 1/2 vatio):**10–20 (1 o 2 paquetes) de cada una de estas resistencias: 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 2,2 kΩ, 22 kΩ, 220 kΩ, 33 kΩ, 470 Ω, 4,7 kΩ, 47 kΩ, 470 kΩ.
- ✓ **Potenciómetros:**Dos de cada uno de 10 kΩ, 50 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ.

- ✓ **Condensadores:**10 de cada uno (1 paquete) de 0,01 µF y 0,1 µF no polarizados (disco de poliéster o cerámica); 10 de cada uno (1 paquete) de 1 µF, 10 µF, 100 µF electrolíticos; 3–5 de cada uno de 220 µF y 470 µF electrolíticos.
- ✓ **Diodos:**10 diodos rectificadores 1N4001 (o cualquier 1N400x) y 1 diodo de pequeña señal 1N4148, 1 diodo Zener de 4,3 voltios (u otro voltaje de ruptura Zener entre 3 y 7 voltios).
- ✓ **LED (diodos emisores de luz):**10 LED difusos de 5 mm de color rojo, amarillo y verde (1 paquete).
- ✓ **Transistores:**3–5 transistores bipolares de uso general y baja potencia (como el 2N3904 NPN o el 2N3906 PNP) y 3–5 transistores bipolares de potencia media (como el NTE123A NPN o el NTE159M PNP).

Te sugiero que adquieras algunos de estos circuitos integrados populares:

- ✓ **Circuito integrado temporizador 555:**Consigue de 3 a 5 de estos. ¡Los usarás!
- ✓ **Circuitos integrados de amplificador operacional:**Consigue uno o dos amplificadores operacionales, como el amplificador de propósito general LM741.
- ✓ **IC contador de décadas CMOS 4017:**Consigue dos o tres de estos. Necesitarás dos si también quieres hacer un contador de decenas, como explico en el capítulo 11, y es recomendable tener uno extra a mano por si crees que podrías electrocutar a alguien accidentalmente.

No olvide estos componentes esenciales de alimentación y cableado:

- ✓ **Baterías:**Consigue una variedad de pilas de 9 V, así como algunas pilas de 1,5 V. (El tamaño depende del tiempo que piensas que va a funcionar el circuito).
- ✓ **Clips y soportes para batería:**Estos dispositivos se conectan a las baterías y proporcionan cables para facilitar la conexión de la alimentación de la batería al circuito. Consigue de 3 a 5 pinzas para el tamaño de las baterías que vayas a usar.
- ✓ **Cable:**Cable sólido de calibre 20-22. Puedes comprar un rollo de 30 metros en una variedad de colores por unos 7 dólares. Se corta a diferentes longitudes y se pela el aislamiento de cada extremo para conectar los componentes. Puedes soldar cada extremo a un cable de componente o insertar cada extremo en los orificios de contacto de tu placa de pruebas sin soldadura. Algunos proveedores de electrónica venden kits con docenas de cables precortados y pelados.*cables puente*De varias longitudes y colores, ideales para usar en placas de pruebas sin soldadura. Un kit con 140-350 cables puente puede costar entre $8 y $12, pero te ahorra el tiempo (y la molestia) de cortar y pelar tus propios cables. (¡Además, tienes colores del arcoíris!)

Puedes usar un cable puente como interruptor de encendido/apagado en tu circuito, conectando o desconectando la alimentación o los componentes. Simplemente coloca un extremo del cable puente en tu placa de pruebas sin soldadura y, alternativamente, conecta y desconecta el otro extremo para establecer o deshacer la conexión.

Sumando los extras

Existen muchas otras piezas y componentes que pueden enriquecer tus circuitos. Te recomiendo adquirir algunos de los que se listan aquí:

- ✓ **Pinzas de cocodrilo:** Llamadas así porque parecen las fauces de un caimán feroz, estas pinzas aisladas te ayudan a conectar equipos de prueba a los cables de los componentes, ¡y también sirven como disipadores de calor! Consigue unas cuantas (unas 10).
- ✓ **Oradores:** Debes construir un circuito que genere ruido, así que compra uno o dos altavoces miniatura de 8 ohmios. (El capítulo 12 trata sobre altavoces).
- ✓ **Interruptores:** Compre de 5 a 10 interruptores unipolares y bidireccionales (SPDT) con una separación de 0,1" entre terminales para usar en una placa de pruebas sin soldadura. Estos interruptores SPDT pueden funcionar también como interruptores de encendido/apagado en sus circuitos. También puede comprar algunos interruptores pulsadores (de encendido momentáneo). Si cree que puede encerrar uno o más proyectos en una caja y desea un control de encendido/apagado robusto en el panel frontal, adquiera un par de interruptores SPST (unipolares y bidireccionales), como un miniinterruptor basculante SPST. Por un poco más de dinero, puede conseguir un miniinterruptor basculante con un LED integrado que se ilumina cuando el interruptor está en la posición de encendido. (El capítulo 4 proporciona detalles sobre los interruptores).

Organizando todas tus piezas

Mantener todas estas piezas y componentes organizados es esencial, a menos que seas de los que disfrutan rebuscando en cajones buscando algún objeto pequeño pero importante. Una manera fácil de organizarlo es ir a tu tienda de descuento local y comprar uno o más juegos de organizadores de cajones de plástico transparente. Asegúrate de rociar las cajas de plástico con un aerosol antiestático ESD (descarga electrostática), que puedes encontrar en Amazon.com. Luego, etiqueta cada cajón con un componente específico (o grupo de componentes, como LED, resistencias de 10-99 Ω, etc.). Sabrás de un vistazo dónde está cada cosa y podrás ver cuándo se están agotando las existencias.

Protegiéndole a usted y a sus dispositivos electrónicos

Probablemente sepas que Benjamin Franklin "descubrió" la electricidad en 1752 al volar una cometa durante una tormenta eléctrica. De hecho, Franklin ya conocía la electricidad y era muy consciente de su potencial, y de su peligro potencial. Mientras realizaba su experimento, tuvo cuidado de aislarse de los materiales conductores unidos a la cometa (la llave y un cable metálico) y de mantenerse seco resguardándose en un granero. De no haberlo hecho, ¡quizás estaríamos viendo la cara de otra persona en el billete de 100 dólares!

Es necesario respetar el poder de la electricidad al trabajar con aparatos electrónicos. En esta sección, analizaremos cómo protegerse a sí mismo y a sus aparatos electrónicos.

Proyectos — seguros. Esta sección es imprescindible leerla de principio a fin, incluso si ya tienes experiencia en electrónica.

Al leer esta sección, recuerde que puede describir la corriente eléctrica como una de las siguientes:

- ✓ **Corriente continua (CC):** Los electrones fluyen en una dirección a través de un cable o circuito.
- ✓ **Corriente alterna (CA):** Los electrones fluyen en una dirección y luego en otra, en un ciclo continuo.

Consulte el Capítulo 1 para obtener más información sobre estos dos tipos de corriente eléctrica.

Entendiendo que la electricidad puede hacer mucho daño

Sin duda, el aspecto más peligroso de trabajar con aparatos electrónicos es la posibilidad de electrocución. La descarga eléctrica se produce cuando el cuerpo reacciona a una corriente eléctrica. Esta reacción puede incluir una contracción intensa de los músculos (en concreto, del corazón) y un calor extremadamente alto en el punto de contacto entre la piel y la corriente eléctrica. El calor provoca quemaduras que pueden causar la muerte o desfiguración. Incluso pequeñas corrientes pueden interrumpir el ritmo cardíaco.

El grado de daño que una descarga eléctrica puede causarle depende de muchos factores, como su edad, su estado de salud general, el voltaje y la corriente. Si tiene más de 50 años o tiene mala salud, probablemente no resistirá las lesiones tan bien como si tuviera 14 años y estuviera tan sano como un atleta olímpico. Pero, independientemente de lo joven y sano que sea, el voltaje y la corriente pueden ser muy fuertes, por lo que es importante que comprenda cuánto daño pueden causarle.

Las dos vías eléctricas más peligrosas a través del cuerpo humano son de mano a mano y de mano izquierda a pie. Si la corriente eléctrica pasa de una mano a la otra, en su camino atraviesa el corazón. Si la corriente pasa de mano izquierda a pie, atraviesa el corazón y varios órganos importantes.

Verse a sí mismo como una resistencia gigante

El cuerpo presenta cierta resistencia a la corriente eléctrica, principalmente debido a la mala conductividad de la piel seca. La cantidad de resistencia puede variar enormemente según la química corporal, el nivel de humedad de la piel, el recorrido total a lo largo del cual se mide la resistencia y otros factores. Verá cifras que oscilan entre 50.000 y 1.000.000 de ohmios de resistencia para un ser humano promedio. (Abordo qué es la resistencia y cómo se mide en el capítulo 5).

Si tienes la piel húmeda (por ejemplo, si tienes las manos sudorosas), llevas un anillo metálico o estás parado en un charco, puedes estar seguro de que has bajado tu resistencia. Las cifras de la industria indican que dicha actividad puede generar resistencias como...

Tan solo 100–300 Ω de una mano a la otra o de una mano a un pie. Eso no representa mucha resistencia.

Para empeorar las cosas, si manejas altos voltajes de CA (algo que no deberías hacer), la resistencia de tu piel, ya sea húmeda o seca, no te ayudará en absoluto. Cuando estás en contacto con un metal, tu cuerpo y el metal forman un condensador: el tejido debajo de tu piel es una placa, el metal es la otra placa y tu piel es el dieléctrico. (Consulta el Capítulo 7 para obtener información sobre condensadores). Si ese cable metálico que sostienes transporta una corriente alterna, el condensador que es tu cuerpo actúa como un cortocircuito, permitiendo que la corriente evite la resistencia de tu piel. Las descargas de voltaje de más de 240 voltios quemarán tu piel, dejando quemaduras profundas de tercer grado en los puntos de entrada.

Saber cómo el voltaje y la corriente pueden dañarte

Has visto las señales: ¡ADVERTENCIA! ¡ALTO VOLTAJE! Quizás pienses que el voltaje es lo que daña el cuerpo humano, pero en realidad es la corriente la que lo causa. ¿Por qué las señales de advertencia? Porque a mayor voltaje, mayor corriente puede circular para una resistencia equivalente. Y como tu cuerpo es como una resistencia gigante, debes evitar los altos voltajes.

Entonces, ¿cuánta corriente se necesita para dañar a un ser humano promedio? No mucha. La Tabla 13-1 resume algunas estimaciones de cuánta corriente continua (CC) y corriente alterna (CA) de 60 Hz (hercios) se necesita para afectar el cuerpo humano. Recuerde que un miliamperio (mA) es una milésima parte de un amperio (o 0,001 A). Tenga en cuenta que estos son *estimaciones* (Nadie ha realizado experimentos en seres humanos reales para obtener estas cifras) y que cada persona se ve afectada de manera diferente dependiendo de la edad, la química corporal, el estado de salud y otros factores.

Tabla 13-1 **Efectos de la corriente en el cuerpo humano promedio**

Efecto	***Corriente continua***	***Corriente CA de 60 Hz***
Ligera sensación de hormigueo	0,6–1,0 mA	0,3–0,4 mA
Sensación notable	3,5–5,2 mA	0,7–1,1 mA
Se siente dolor, pero se mantiene el control muscular.	41–62 mA	6–9 mA
Sentí dolor y no pude soltar los cables.	51–76 mA	10–16 mA
dificultad para respirar (parálisis de los músculos del pecho)	60–90 mA	15–23 mA
Fibrilación cardíaca (en 3 segundos)	500 mA	65–100 mA

Como muestra la Tabla 13-1, el cuerpo humano promedio es de cuatro a seis veces más sensible a la corriente alterna (CA) que a la corriente continua (CC). Si bien una corriente continua de 15 mA no es tan peligrosa, 15 mA de corriente alterna (CA) pueden causar la muerte.

¿Qué significa todo esto para ti mientras te dedicas a la electrónica? Probablemente sepas lo suficiente como para evitar los altos voltajes, pero ¿qué hay de acercarte a los bajos voltajes? Pues bien, incluso los bajos voltajes pueden ser peligrosos, dependiendo de tu resistencia.

Recuerde que la Ley de Ohm (que abordo en el Capítulo 6) establece que el voltaje es el producto de la corriente y la resistencia:

$$\textit{voltaje} = \textit{resistencia actual}$$

$$V = IR$$

Digamos que tienes las manos secas y no llevas un anillo metálico ni estás parado en un charco, y tu resistencia mano a mano es de aproximadamente 50.000 ohmios. (Ten en cuenta que tu resistencia en estas condiciones secas y sin anillo puede ser incluso menor). Puedes calcular una estimación (repite: *estimar*) de los niveles de voltaje que podrían dañarlo multiplicando su resistencia por los diferentes niveles de corriente de la Tabla 13-1. Por ejemplo, si no quiere sentir ni el más mínimo hormigueo en los dedos, debe evitar el contacto con cables con voltajes de CC de 30 V (es decir, 0,6 mA = 50 000). $\times$ Ω
Para evitar contracciones musculares involuntarias (que atrapen los cables), debe mantener la corriente CA por debajo de 10 mA, así que evite la proximidad a 500 voltios de CA (VCA) o más.

Ahora bien, si no tienes cuidado y llevas un anillo en el dedo mientras manipulas aparatos electrónicos, o pisas un charco de agua creado por un perro o un niño pequeño, podrías reducir accidentalmente tu resistencia a un nivel peligroso. Si tu resistencia es de 5000 ohmios, e incluso podría ser menor, notarás una sensación si manejas solo 17,5 V CC (porque 0,0035 A = 5000 = 17,5 V), y $\times$ perderás Ω el control muscular y tendrás dificultad para respirar si manejas 120 V CA.

línea de alimentación (porque $\frac{120 \text{ voltios}}{5.000\ \Omega} = 0{,}024$ A 24 mA).

Los sistemas eléctricos domésticos en EE. UU. y Canadá funcionan a aproximadamente 120 V CA. Este voltaje significativamente alto puede causar la muerte, y de hecho lo hace. Debe hacer ejercicio. *extrema precaución* Si alguna vez trabaja con una línea eléctrica de 120 VCA.

Hasta que adquieras experiencia en electrónica, es mejor evitar los circuitos que funcionan directamente con la corriente doméstica. Opta por circuitos que funcionen con pilas estándar o esos pequeños transformadores de pared. (Puedes leer sobre estas fuentes de CC en el Capítulo 12). A menos que hagas algo tonto, como lamer el terminal de una pila de 9 V (y, sí, ¡eso te dará una descarga!), estás bastante seguro con estos voltajes y corrientes.

Trabajar con circuitos alimentados por CA

Aunque recomiendo encarecidamente evitar trabajar con circuitos que funcionen directamente con la corriente doméstica, sé que no siempre es posible. Aquí tienes algunos consejos para evitar electrocutarte si decides trabajar con corriente alterna (CA):

- ✓ **Utilice una fuente de alimentación autónoma.** Si su proyecto requiere una fuente de alimentación de CA (que convierte la CA en CC de menor voltaje), usar una fuente de alimentación autónoma, como un transformador de pared enchufable, es mucho más seguro que usar una fuente de alimentación casera. *transformador de pared* Es una pequeña caja negra con clavijas de enchufe, como la que usas para cargar tu teléfono celular.
- ✓ **Mantenga su CA lejos de su CC.** Separar físicamente las partes de CA y CC de su circuito puede ayudar a evitar una descarga eléctrica grave si se suelta un cable.
- ✓ **Mantenga los circuitos de CA cubiertos.** Una pequeña lámina de plástico hace maravillas.
- ✓ **Utilice el fusible adecuado.** No utilice un fusible con una clasificación demasiado alta y nunca puentee el fusible en ningún dispositivo.
- ✓ **Verifique dos y tres veces su trabajo antes de aplicar energía.** Pídale a alguien con conocimientos de circuitos que inspeccione su trabajo antes de encenderlo por primera vez. Si decide probarlo más a fondo, primero desconecte la alimentación desenchufando el cable de alimentación de la pared.
- ✓ **Al solucionar problemas en un circuito activo, mantenga una mano en el bolsillo en todo momento.** Al utilizar solo una mano para manipular el aparato de prueba, evita la situación en la que una mano toca el suelo y la otra un circuito activo, lo que permite que la corriente alterna fluya a través de su corazón.
- ✓ **Tenga cuidado al encerrar su proyecto.** Utilice una caja metálica solo si esta cuenta con conexión a tierra. Para ello, utilice un enchufe y cable eléctrico de tres clavijas. Asegúrese de conectar firmemente el cable verde (que siempre está conectado a tierra) al metal de la caja. Si no puede garantizar una caja metálica con conexión a tierra, utilice una caja de plástico. El plástico ayuda a aislar el equipo de cables sueltos o electrocuciones accidentales. Para proyectos sin conexión a tierra, utilice únicamente una fuente de alimentación aislada, como un transformador de pared.
- ✓ **Asegure todo el cableado dentro de su proyecto.** Utilice un protector contra tirones o un soporte de cable para asegurar el cable de línea de CA a la caja de su proyecto de modo que no exponga un cable con corriente. *alivio de tensión* (disponible en ferreterías y proveedores de productos electrónicos) se sujeta alrededor del cable y evita que usted tire del cable para sacarlo de la carcasa.
- ✓ **Inspeccione periódicamente los circuitos de CA.** Busque cables y componentes desgastados, rotos o sueltos y haga rápidamente las reparaciones necesarias, ¡con la energía apagada!
- ✓ **Es mejor ser precavido.** Aprende del Sr. Murphy y asume que si algo puede salir mal, saldrá mal. Mantén tu entorno de trabajo libre de líquidos, mascotas y niños pequeños. Coloca un cuadro de primeros auxilios cerca. No trabajes cansado o distraído. Sea serio y concentrado mientras trabaja con electricidad.

Una última palabra: si simplemente debe trabajar con voltajes de CA, *No lo hagas solo*. Asegúrate de tener un compañero, preferiblemente alguien *no* Nombrado en tu testamento: alguien cercano que esté dispuesto y pueda llamar al 911 cuando estés inconsciente en el suelo. En serio.

El principal peligro de la corriente eléctrica doméstica es el efecto que puede tener en el músculo cardíaco. Basta con 65-100 mA para que el corazón entre en fibrilación, lo que significa que los músculos se contraen de forma descontrolada y descoordinada, y el corazón deja de bombear sangre. A niveles mucho más bajos (10-16 mA), la corriente alterna puede causar contracciones musculares severas, por lo que lo que empieza como un agarre flojo sobre un cable de alta tensión (solo para moverlo un poco, o algo similar) termina siendo un agarre fuerte e inflexible. Créeme: no podrás soltarlo. Un agarre más fuerte implica una menor resistencia (solo estás facilitando que los electrones pasen por tu mano y entren en tu cuerpo), y una menor resistencia implica una corriente más alta (a menudo mortal). (Situaciones como esta ocurren realmente. El cuerpo actúa como una resistencia variable, cuya resistencia disminuye drásticamente a medida que las manos aprietan el cable).

Los peligros potenciales de la corriente continua (CC) tampoco deben ignorarse. Las quemaduras son la lesión más común causada por una corriente continua alta. Recuerde que el voltaje no tiene que provenir de una central eléctrica para ser peligroso. Es importante respetar incluso una batería de transistor de 9 V: si se cortocircuitan sus terminales, la batería puede sobrecalentarse e incluso explotar. Las explosiones de baterías a menudo hacen que pequeños fragmentos de la batería salgan volando a alta velocidad, quemando la piel o lesionando los ojos. Muchas personas se han quemado al guardar una batería en un bolsillo junto con monedas, llaves u otros objetos metálicos. Cuando se cortocircuitan los terminales de la batería, esta se calienta rápidamente.

Maximizando tu resistencia y tu seguridad

Al trabajar con electrónica, conviene maximizar la resistencia por si entra en contacto con un cable expuesto. Asegúrese de que todas las herramientas que utilice estén aisladas para añadir más resistencia a cualquier voltaje que pueda encontrarse.

Tome precauciones sencillas para garantizar que su área de trabajo esté seca al principio y se mantenga seca. Por ejemplo, no coloque un vaso de agua o una taza de café demasiado cerca de su área de trabajo; si lo vuelca accidentalmente, podría reducir su propia resistencia o provocar un cortocircuito en los componentes del circuito.

Mantener a mano un cuadro de primeros auxilios

Incluso si eres la persona más segura del mundo, es buena idea conseguir uno de esos cuadros de primeros auxilios que incluyen información sobre qué hacer en caso de descarga eléctrica. Puedes encontrar estos cuadros en internet; prueba a buscar…*Cuadro mural de primeros auxilios.*También podrás encontrarlos en catálogos de útiles escolares e industriales.

Ayudar a una persona electrocutada puede requerir reanimación cardiopulmonar (RCP). Asegúrese de estar debidamente capacitado antes de administrar RCP a cualquier persona. Consultewww.cruzroja.orgpara obtener más información sobre la formación en RCP.

Soldadura segura

El soldador que se usa para unir componentes en un proyecto electrónico opera a temperaturas superiores a los 700 grados Fahrenheit. (Puedes leer más sobre soldadura en el Capítulo 15). Esa es aproximadamente la misma temperatura que la de un quemador de cocina eléctrico a alta temperatura. Puedes imaginarte cuánto duele al tocarlo.

Al utilizar un soldador, tenga en cuenta los siguientes consejos de seguridad:

- ✓ **Suelde únicamente en un área bien ventilada.** La soldadura produce humos ligeramente cáusticos y tóxicos que pueden irritar los ojos y la garganta.
- ✓ **Utilice gafas de seguridad al soldar.** Se sabe que la soldadura puede chisporrotear.
- ✓ **Coloque siempre el soldador en un soporte diseñado para tal fin.** Nunca coloque el soldador caliente directamente sobre una mesa o banco de trabajo. Podría provocar un incendio o quemarse las manos fácilmente.
- ✓ **Asegúrese de que el cable eléctrico no se enganche en la mesa ni en ningún otro objeto.** De lo contrario, el soldador caliente podría salirse de su soporte y caer al suelo. O peor aún, ¡en tus rodillas!
- ✓ **Utilice la configuración de soldadura adecuada.** Si su soldador tiene control de temperatura ajustable, ajuste la temperatura recomendada para el tipo de soldadura que esté usando. Demasiado calor puede dañar un circuito en buen estado.
- ✓ **Nunca suelde un *circuito en vivo* (un circuito al que le has aplicado voltaje).** Podría dañar el circuito o el soldador y recibir una descarga eléctrica desagradable.
- ✓ **Nunca agarre un soldador que esté girando.** Simplemente déjelo caer y compre uno nuevo si la plancha está dañada.
- ✓ **Considere utilizar soldadura de plata.** Si le preocupan los problemas de salud, o suele meterse los dedos en la boca o frotarse los ojos con frecuencia, le recomendamos evitar las soldaduras con plomo. En su lugar, utilice soldadura de plata diseñada específicamente para equipos electrónicos. (Nunca utilice soldadura con fundente ácido en aparatos electrónicos; daña los circuitos).
- ✓ **Desenchufe el soldador cuando haya terminado.**

Evitando la estática como la plaga

Un tipo de electricidad cotidiana que puede ser peligrosa para las personas y los componentes electrónicos es la electricidad estática. Se llama *estático* Porque es una forma de corriente que permanece atrapada en algún cuerpo aislante, incluso después de desconectar la fuente de alimentación. La electricidad estática permanece hasta que se disipa de alguna manera. La mayor parte de la estática se disipa lentamente con el tiempo, pero en algunos casos, se libera de golpe. Los rayos son una de las formas más comunes de electricidad estática.

Lista de verificación de seguridad

Después de haber leído todas las advertencias de seguridad de este capítulo, es posible que desee revisar esta sencilla lista de verificación de *mínimo* Requisitos de seguridad antes de comenzar un proyecto electrónico. Mejor aún, puede hacer una copia de esta lista de verificación, plastificarla y colocarla en su mesa de trabajo como recordatorio de los sencillos pasos que pueden garantizar su seguridad y el buen funcionamiento de sus proyectos electrónicos.

Comprobación del espacio de trabajo:

- ✓ Amplia ventilación
- ✓ Superficie de trabajo seca, suelo seco
- ✓ No se permiten líquidos, mascotas ni niños pequeños en un rango de 10 pies.
- ✓ Herramientas y materiales peligrosos guardados bajo llave
- ✓ Cuadro de primeros auxilios a la vista
- ✓ Teléfono (y compañero cariñoso) cerca
- ✓ Soldador con conexión a tierra y soporte con peso

Cheque personal:

- ✓ Gafas de seguridad
- ✓ Pulsera antiestática (sujeta a usted y a tierra)
- ✓ No se permiten anillos, relojes de pulsera ni joyas sueltas.
- ✓ Ropa de algodón o lana
- ✓ Secarse las manos (o usar guantes)
- ✓ Alerta y bien descansado

Si arrastras los pies sobre una alfombra, tu cuerpo se carga de electricidad estática. Si tocas un objeto metálico, como el pomo de una puerta o un lavabo metálico, la electricidad estática se descarga rápidamente y sientes una ligera descarga. Esto se conoce como *descarga electrostática (ESD),* y puede alcanzar hasta 50 000 V. La corriente resultante es pequeña —del orden de µA— debido a la alta resistencia del aire que atraviesan las cargas al salir de las yemas de los dedos, y no dura mucho. Por lo tanto, las descargas estáticas, como las que se producen en los pomos de las puertas, generalmente no causan lesiones, pero pueden destruir fácilmente componentes electrónicos sensibles.

Por otro lado, las descargas estáticas de ciertos componentes electrónicos pueden ser dañinas. *condensador,* Un componente electrónico que almacena energía en un campo eléctrico está diseñado para mantener una carga estática. La mayoría de los condensadores en circuitos electrónicos almacenan una cantidad ínfima de carga durante periodos extremadamente cortos, pero algunos, como los utilizados en fuentes de alimentación voluminosas, pueden almacenar dosis casi letales durante varios minutos, o incluso horas.

Tenga cuidado al trabajar cerca de capacitores que pueden almacenar mucha carga para no recibir una descarga no deseada.

Ser sensible a las descargas estáticas

La descarga electrostática (ESD) que se produce al arrastrar los pies por la alfombra o peinarse en un día seco puede ser de varios miles de voltios, o incluso superior. Aunque probablemente solo experimentes un molesto cosquilleo (y quizás un mal día de cabello),

Puede que sus componentes electrónicos no tengan la misma suerte. Los transistores y circuitos integrados fabricados con tecnología de semiconductores de óxido metálico (MOS) son particularmente sensibles a las descargas electrostáticas (ESD), independientemente de la corriente.

Un dispositivo MOS contiene una fina capa de vidrio aislante que puede ser fácilmente destruida por una descarga de 50 V o menos. Si usted, su ropa y sus herramientas no están libres de descargas estáticas, el transistor de efecto de campo MOS (MOSFET) o circuito integrado MOS complementario (CMOS) que planeaba usar no será más que un trozo inservible. Debido a que los transistores bipolares tienen una construcción diferente, son menos susceptibles a los daños por ESD. Otros componentes (resistencias, condensadores, inductores, transformadores y diodos) no parecen verse afectados por la ESD.

Le recomiendo que desarrolle hábitos de trabajo seguros frente a la estática para todos los componentes que manipula, ya sean demasiado sensibles o no.

Minimizar la electricidad estática

Seguramente la mayoría de los proyectos electrónicos que desea construir contienen al menos algunos componentes susceptibles a sufrir daños por descargas electrostáticas. Puede tomar estas medidas para evitar exponer sus proyectos a los peligros de las descargas electrostáticas:

- ✓ **Utilice una pulsera antiestática.** Como se muestra en la Figura 13-6, una pulsera antiestática lo conecta a tierra y previene la acumulación de electricidad estática. Es uno de los métodos más eficaces para eliminar las descargas electrostáticas (ESD) y es económico (menos de $10). Para usarla, arremánguese la camisa; quítese todos los anillos, relojes, pulseras y otros objetos metálicos; y envuelva la pulsera firmemente alrededor de su muñeca. Luego, fije firmemente el clip de la pulsera a una conexión a tierra adecuada, que puede ser la superficie sin pintar de la carcasa de su computadora, con la La computadora está enchufada, o simplemente la toma de tierra de un tomacorriente correctamente instalado. Asegúrese de revisar la hoja de instrucciones que viene con la correa.

Figura 13-6: Una correa de muñeca antiestática reduce o elimina el riesgo de descarga electrostática.

- ✓ **Utilice ropa que no genere electricidad estática.** Siempre que sea posible, use tejidos naturales, como algodón o lana. Evite la ropa de poliéster y acetato, ya que estos tejidos tienden a generar mucha estática.

- ✓ **Utilice una alfombra antiestática.** Disponible tanto para sobremesa como para suelo, una alfombrilla antiestática parece una esponja, pero en realidad es espuma conductora. Puede reducir o eliminar la acumulación de electricidad estática en la mesa y el cuerpo.

Por lo general, utilizar ropa de algodón y utilizar una pulsera antiestática es suficiente para prevenir daños por ESD.

Conexión a tierra de sus herramientas

Las herramientas que usas al construir proyectos electrónicos también pueden acumular mucha electricidad estática. Si tu soldador funciona con corriente alterna (CA), conéctalo a tierra para protegerte de las descargas electrostáticas (ESD). Esto tiene un doble beneficio: un soldador con conexión a tierra no solo ayuda a prevenir daños por ESD, sino que también reduce el riesgo de una descarga eléctrica grave si tocas accidentalmente un cable con corriente.

Los soldadores baratos solo usan enchufes de dos clavijas y no tienen conexión a tierra. Algunos soldadores con enchufes de tres clavijas aún representan un riesgo de descarga electrostática (ESD) porque sus puntas no están conectadas a tierra, aunque sus cuerpos sí lo estén. Como no se puede encontrar una forma segura de conectar un cable de tierra a un soldador de gama baja, lo mejor es invertir en un soldador nuevo con buena conexión a tierra. El popular Weller WES51 es seguro contra descargas electrostáticas (ESD) y bastante asequible.

Mientras se conecte a tierra con una pulsera antiestática, generalmente no necesitará conectar a tierra otras herramientas metálicas, como destornilladores y alicates. La estática generada por estas herramientas se disipa a través de su cuerpo y llega a la pulsera antiestática.

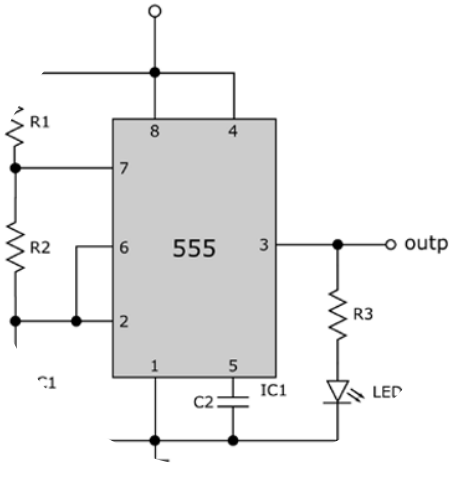
Interpretación de esquemas

En este capítulo

- Comprender el papel de los esquemas
- Conociendo los símbolos más comunes
- Usar (¡y no abusar!) la polaridad de los componentes
- Profundizando en algunos componentes especializados
- Divirtiéndose con esquemas de todo el mundo.

Imagina conducir por todo el país sin un mapa de carreteras. Lo más probable es que te pierdas por el camino y acabes conduciendo en círculos. Existen mapas de carreteras para ayudarte a orientarte. También puedes usar el equivalente a los mapas de carreteras para construir circuitos electrónicos. Se llaman...*diagramas esquemáticos,*Y te muestran cómo se conectan todas las partes de los circuitos. Los esquemas muestran estas conexiones con símbolos que representan componentes electrónicos.
Líneas que muestran cómo se unen las piezas.

Aunque no todos los circuitos electrónicos que encuentras se describen en forma de esquema, muchos sí lo hacen. Si te tomas en serio el estudio de la electrónica, tarde o temprano necesitarás entender cómo leer un esquema. ¡No te preocupes! El lenguaje de los esquemas no es tan difícil de aprender. La mayoría de los diagramas esquemáticos usan solo unos pocos símbolos para los componentes, como resistencias, condensadores y transistores.



Este capítulo le explica todo lo que realmente necesita saber para leer casi cualquier diagrama esquemático con el que se encuentre.

¿Qué es un esquema y por qué debería importarme?

A*esquemático*Es un diagrama de circuito que muestra todos los componentes de un circuito, incluidas las fuentes de alimentación y sus conexiones. Cuando lees un...

esquema, las cosas más importantes en las que hay que centrarse son las *conexiones* porque la posición de los componentes en un diagrama esquemático no se corresponde necesariamente con la disposición física de los componentes en un circuito construido. (De hecho, para circuitos complejos, es poco probable que la disposición física del circuito refleje la posición que se muestra en el esquema. Los circuitos complejos a menudo requieren componentes separados) *disposición* diagramas, a veces conocidos como *Obra de arte*.)

Los esquemas utilizan símbolos para representar resistencias, transistores y otros componentes del circuito, y líneas para mostrar las conexiones entre los componentes. Al leer los símbolos y seguir las interconexiones, se puede construir el circuito que se muestra en el esquema. Los esquemas también pueden ayudar a comprender el funcionamiento de un circuito, lo cual resulta útil al probarlo o repararlo.

Descubrir cómo leer un esquema es como aprender un idioma extranjero. En general, verá que la mayoría de los esquemas siguen convenciones bastante estándar. Sin embargo, así como muchos idiomas tienen diferentes dialectos, el lenguaje de los esquemas dista mucho de ser universal. Los esquemas pueden variar según la antigüedad del diagrama, su país de origen, la preferencia del diseñador del circuito y muchos otros factores.

Este libro utiliza convenciones comúnmente aceptadas en Norteamérica. Sin embargo, para ayudarle a gestionar las variaciones que pueda encontrar, incluyo otras convenciones, como las que se usan comúnmente en Europa.

Ver el panorama general

Existe una regla no escrita en electrónica sobre cómo orientar ciertas partes de un esquema de circuito, especialmente al dibujar diagramas de circuitos complejos. Las baterías y otras fuentes de alimentación casi siempre se orientan verticalmente, con el terminal positivo arriba. En esquemas complejos, las fuentes de alimentación se dividen entre dos símbolos (como verá más adelante), pero el terminal positivo suele mostrarse en la parte superior del esquema (a veces extendiéndose a través de una línea horizontal, o *carril*) y el terminal negativo aparece en la parte inferior (a veces a lo largo de un riel). Las entradas suelen mostrarse a la izquierda y las salidas a la derecha.

Muchos sistemas electrónicos, como el sistema de radiorreceptor que se muestra en la Figura 14-1, se representan en esquemas mediante varias etapas de circuitos, aunque el sistema en realidad consiste en un circuito grande y complejo. El esquema de dicho sistema muestra los subcircuitos de cada etapa en una progresión de izquierda a derecha (por ejemplo, el subcircuito del sintonizador a la izquierda, el detector en el centro y el amplificador a la derecha), con la salida de la primera etapa alimentando la entrada de la segunda, y así sucesivamente. Organizar los esquemas de esta manera facilita la comprensión de los circuitos complejos.

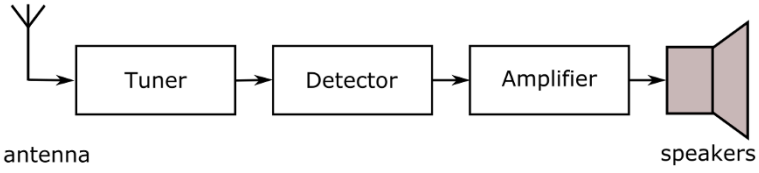


Figura 14-1: Diagrama de bloques que representa un sistema receptor de radio.

Todo es cuestión de tus conexiones

En todos los esquemas, ya sean simples o complejos, los componentes se organizan de la forma más ordenada posible y las conexiones del circuito se dibujan como líneas, con las curvas como ángulos de 90°. (¡No se permiten garabatos ni arcos!). Es fundamental comprender el significado real de todas las líneas de un esquema, ya que su significado no siempre es obvio.

Cuanto más complejo sea el esquema, mayor será la probabilidad de que algunas líneas se crucen (debido a la naturaleza bidimensional de los dibujos esquemáticos). Es necesario saber cuándo las líneas cruzadas representan una conexión de cableado real y cuándo no. Idealmente, un esquema distinguirá claramente los cables de conexión y los de no conexión, como se muestra a continuación:

- ✓ Una ruptura o un bucle (piénselo como un puente) en una de las dos líneas en la intersección indica cables que deberían *no* relacionarse.
- ✓ Un punto en la intersección de dos líneas indica que los cables *debería* relacionarse.

Puedes ver algunas variaciones comunes en la Figura 14-2.

Este método para mostrar conexiones no es universal, por lo que debe determinar qué cables se conectan y cuáles no revisando el estilo de dibujo del esquema. Si ve una intersección de dos líneas sin un punto que identifique con certeza una conexión real, simplemente no puede estar seguro de si los cables deben estar conectados o no. Es mejor consultar con quien dibujó el esquema para determinar cómo interpretar las líneas entrecruzadas.

Para implementar físicamente las conexiones que se muestran en un esquema, normalmente se utilizan cables aislados o finas líneas de cobre en una placa de circuito. La mayoría de los esquemas no distinguen cómo conectar los componentes; dicha conexión depende completamente de cómo se decida construir el circuito. La representación del cableado en el esquema simplemente muestra las conexiones que deben realizarse entre los componentes.

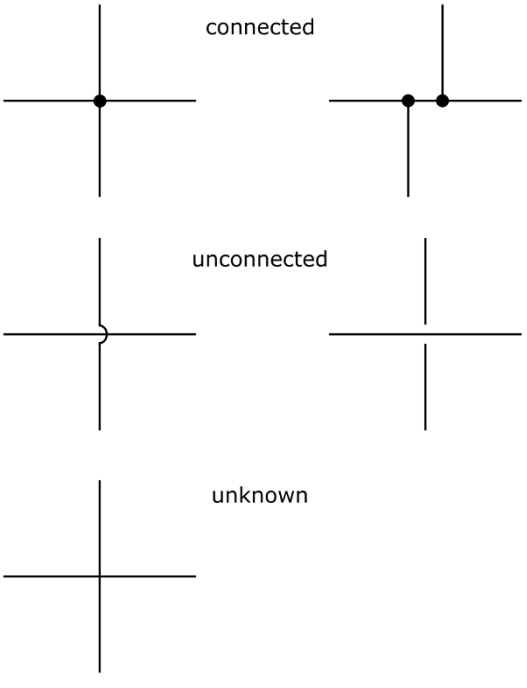


Figura 14-2: Es posible que encuentre varias variaciones en cómo un esquema muestra conexiones y no conexiones.

Observando un circuito de batería simple

La figura 14-3 muestra un circuito de CC simple con una batería de 1,5 V conectada a una resistencia etiquetada *R1*. El polo positivo de la batería (marcado como +) se conecta al cable de un lado de la resistencia; el polo negativo de la batería se conecta al cable del otro lado de la resistencia. Con estas conexiones, la corriente fluye desde el polo positivo de la batería a través de la resistencia y regresa al polo negativo de la batería.

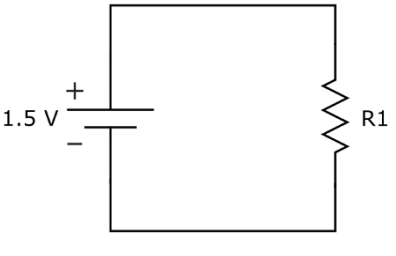


Figura 14-3: Un esquema simple muestra las conexiones entre una batería y una resistencia.

En esquemas, *actual* se supone que es *convencional* Corriente, que se describe como el flujo de cargas positivas que viaja en dirección opuesta a la del flujo real de electrones. (Para más información sobre la corriente convencional y el flujo de electrones, véase el capítulo 3).

Reconociendo símbolos de poder

La alimentación de un circuito puede provenir de una fuente de corriente alterna (CA), como una toma de corriente de 120 VCA (voltios CA) en su casa u oficina (línea de alimentación), o de una fuente de corriente continua (CC), como una batería o la salida de bajo voltaje de un transformador de pared. Las fuentes de CC pueden ser positivas o negativas con respecto a la referencia de cero voltios (conocida como *puntos en común*, o simplemente *común*) en un circuito. La Figura 14-4 muestra varios símbolos utilizados para representar las conexiones de potencia y tierra. Estos símbolos se explican con más detalle en las dos siguientes subsecciones.

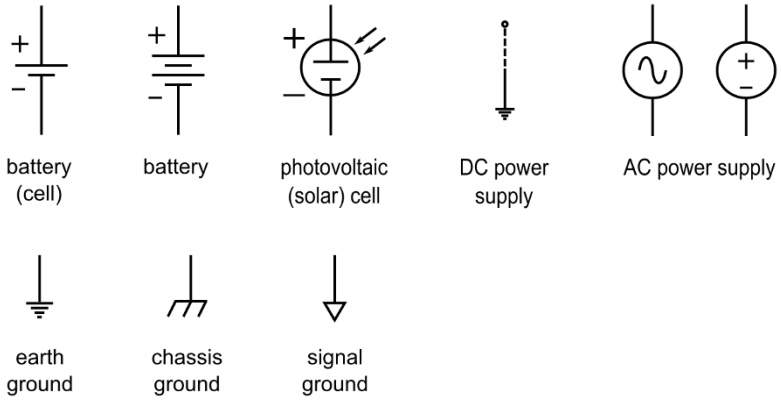


Figura 14-4: Símbolos de potencia y tierra.

Descubrir las distintas conexiones eléctricas en un esquema complejo a veces es una tarea en sí misma. Esta sección pretende aclarar un poco las cosas. A medida que lea esta sección, consulte la Figura 14-4 para ver los símbolos tal como se describen.

Mostrando dónde está el poder

Las fuentes de alimentación de CC se muestran de una de dos maneras:

- **Símbolo de batería o célula solar:** Cada uno de los símbolos de batería en la Figura 14-4 representa una fuente de CC con dos cables. Técnicamente, el símbolo de batería que incluye dos líneas paralelas (el primer símbolo de batería) representa un único componente electroquímico. *celúla;* El símbolo con múltiples pares de líneas (el segundo símbolo) representa un *batería* (que consta de múltiples células).

  Muchos esquemas (incluidos los de este libro) utilizan el símbolo de una celda para representar una batería.

  Cada símbolo incluye un terminal positivo (indicado por la línea horizontal más grande) y un terminal negativo. Los símbolos de polaridad (+ y –) y la tensión nominal suelen aparecer junto al símbolo. El negativo

A menudo se supone que el terminal está a 0 voltios, a menos que se distinga claramente como diferente de la referencia de voltaje cero (conocida como *puntos en común* y se detalla más adelante en este capítulo). La corriente convencional fluye desde el terminal positivo hacia el terminal negativo cuando la batería está conectada a un circuito completo.

- ✓ **Símbolos de conexión a tierra y alimentación de CC dividida:** Para simplificar los esquemas, una fuente de alimentación de CC suele representarse con dos símbolos separados. Estos símbolos son un pequeño círculo al final de una línea que representa un lado de la fuente, con o sin una etiqueta de voltaje específica, y el símbolo de tierra (una línea vertical con tres líneas horizontales en la parte inferior) que representa el otro lado de la fuente, con un valor de 0 voltios. En circuitos complejos con múltiples conexiones de alimentación, es posible que vea el lado positivo de la fuente representado por una línea +V que se extiende por la parte superior del esquema. Estos símbolos separados, que representan fuentes de alimentación, se utilizan para eliminar muchas conexiones de cables (que de otro modo serían confusas) en un esquema.

El circuito que se muestra en la Figura 14-3 también puede dibujarse utilizando símbolos separados para la alimentación y la tierra, como en la Figura 14-5. Tenga en cuenta que el circuito de la Figura 14-5 es, de hecho, un circuito completo.

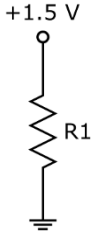


Figura 14-5: Una forma más sencilla de mostrar las conexiones entre una batería y una resistencia.

Muchos circuitos de CC utilizan múltiples fuentes de alimentación de CC, como +5 VCC (voltios de CC), +12 VCC e incluso –5 VCC o –2 VCC, por lo que los símbolos de fuente de voltaje en los esquemas generalmente están etiquetados con el voltaje nominal.

Si un esquema no especifica un voltaje, a menudo (¡pero no siempre!) se trata de 5 VCC. Y recuerde: a menos que se indique lo contrario, el voltaje en un esquema casi siempre es CC. *no* C.A.

Algunos circuitos (por ejemplo, los circuitos con amplificadores operacionales, que se describen en el capítulo 11) requieren fuentes de alimentación de CC tanto positivas como negativas. A menudo, la fuente positiva se representa con un círculo abierto denominado +V y la negativa con un círculo abierto denominado –V. Si no se especifican los voltajes, pueden ser +5 VCC y –5 VCC. La figura 14-6 muestra cómo se implementan realmente estos puntos de conexión de la fuente de alimentación.

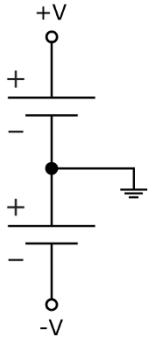


Figura 14-6: Algunos circuitos requieren fuentes de alimentación positivas y negativas.

Una fuente de alimentación de CA generalmente se representa mediante un círculo con dos cables, con o sin forma de onda e indicadores de polaridad:

- ✓ **Círculo que contiene la forma de onda:** Una línea ondulada u otra forma dentro de un círculo abierto representa un ciclo de voltaje alterno.
  Producida por la fuente de alimentación. Normalmente, la fuente es una onda sinusoidal, pero podría ser una onda cuadrada, una onda triangular o cualquier otra.

- **Círculo con polaridad:** Algunos esquemas incluyen uno o ambos indicadores de polaridad dentro o fuera del círculo abierto. Los indicadores de polaridad son solo de referencia, para que pueda relacionar la dirección del flujo de corriente con la dirección de las oscilaciones de voltaje.

La energía para un circuito puede provenir de una fuente de CA, como una toma de 120 VCA en su casa u oficina (tales circuitos se denominan *alimentado por línea*). Normalmente se utiliza una fuente de alimentación interna para *bajar* (o inferior) los 120 V CA y los convierten a CC. Esta corriente continua de menor voltaje se suministra a los componentes del circuito. Si está viendo el esquema de un reproductor de DVD u otro dispositivo que se alimenta de una toma de corriente, probablemente muestre tanto CA como CC.

Marcando tu terreno

¿Listo para una tergiversación sobre esquemas electrónicos? Al etiquetar las conexiones a tierra en los esquemas, es común usar el símbolo para... *tierra* (que es una conexión real con la tierra) para representar la *puntos en común* (el punto de referencia para cero voltios) en un circuito. (El capítulo 3 detalla estos dos tipos de conexiones a tierra). La mayoría de las veces, los puntos de "tierra" en circuitos de bajo voltaje no están conectados a tierra; en cambio, están conectados entre sí, de ahí el término *puntos en común* (o simplemente *común*). Se asume que cualquier voltaje etiquetado en puntos específicos de un circuito es relativo a esta tierra común. (Recuerde que el voltaje es en realidad una medida diferencial entre dos puntos de un circuito).

Entonces, ¿qué símbolo debería tener? *en realidad*¿Se puede usar para puntos de tierra que no están realmente conectados a tierra? Es el símbolo etiquetado *Tierra del chasis*. La tierra común a veces se denomina tierra del chasis porque en equipos antiguos, el chasis metálico del dispositivo (equipo de alta fidelidad, televisor, etc.) servía como conexión a tierra común. Usar un chasis metálico como conexión a tierra ya no es tan común hoy en día, pero el término aún se usa con frecuencia.

También puede ver el símbolo de *tierra de la señal*. Se utiliza para representar un punto de referencia de cero voltios para señales (formas de onda que transportan información) transportadas por dos cables. Un cable se conecta a este punto de referencia y el otro cable transporta un voltaje variable que representa la señal. En muchos esquemas, se utiliza el símbolo de tierra.

En este libro, utilizo únicamente el símbolo esquemático de conexión a tierra porque la mayoría de los esquemas que vemos hoy en día utilizan ese símbolo.

Como puede verse en la Figura 14-7, un esquema puede mostrar las conexiones a tierra de varias maneras:

- **Sin símbolo de tierra:** El esquema puede mostrar dos cables de alimentación conectados al circuito. En un circuito alimentado por batería, se asume que la tierra común es el terminal negativo de la batería.

- ✓ **Símbolo de tierra único:** El esquema muestra todas las conexiones a tierra conectadas a un solo punto. No suele mostrar la fuente o fuentes de alimentación (por ejemplo, la batería), pero debe asumirse que la tierra se conecta a las fuentes de alimentación de CC, tanto positivas como negativas (consulte la Figura 14-6).
- ✓ **Múltiples símbolos de tierra:** En esquemas más complejos, suele ser más sencillo dibujar el circuito con varios puntos de tierra. En el circuito de trabajo, todos estos puntos de tierra se conectan entre sí.

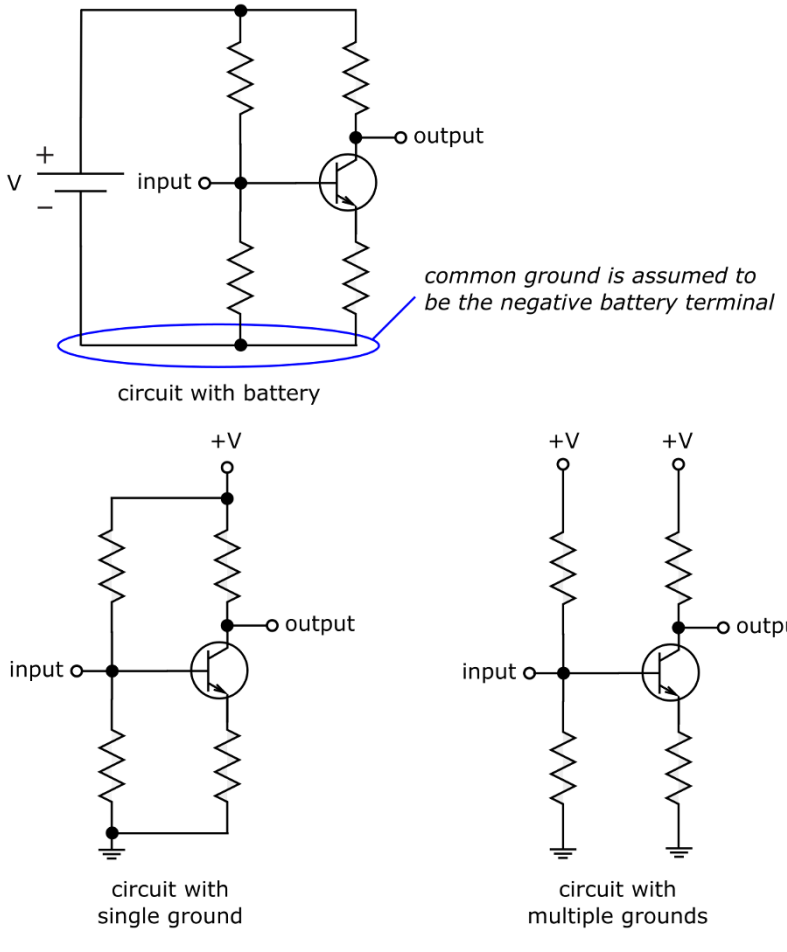


Figura 14-7: Diferentes formas de representar las conexiones a tierra comunes de un circuito.

Etiquetado de componentes del circuito

Se pueden encontrar cientos de símbolos para componentes electrónicos, ya que existen cientos de tipos de componentes para representar. Afortunadamente, probablemente solo se encuentren unos pocos de estos símbolos en esquemas para proyectos de electrónica de aficionados.

Junto con el símbolo del circuito de un componente electrónico en particular, es posible que vea información adicional para ayudar a identificar de forma única la pieza:

- **ID de referencia:** Un identificador, como R1 o Q3. La convención consiste en usar una o más letras para representar el tipo de componente y un sufijo numérico (a veces con subíndice) para distinguir un componente de otros del mismo tipo. Los designadores de tipo más comunes son R para resistencia, C para condensador, D para diodo, L para inductor, T para transformador, Q para transistor y U o IC para circuito integrado.
- **Número de pieza:** Se utiliza si el componente es estándar (como un transistor o un circuito integrado) o si se trata de una pieza de un producto del fabricante. Por ejemplo, un número de pieza podría ser algo como 2N2222 (un transistor de uso común) o 555 (un tipo de circuito integrado utilizado en aplicaciones de temporización).
- **Valor:** A veces se muestran los valores de los componentes pasivos, como resistencias y condensadores, que no se identifican con números de pieza convencionales. Por ejemplo, al indicar una resistencia, el valor (en ohmios) podría indicarse junto a su símbolo o su ID de referencia. Normalmente, solo se muestra el valor sin la etiqueta de la unidad de medida (ohmios, microfaradios, etc.). Normalmente, los valores de las resistencias se expresan en ohmios y los de los condensadores en microfaradios.
- **Información adicional:** Un esquema puede incluir detalles adicionales sobre uno o más componentes, como la potencia de una resistencia cuando no es el valor típico de 1/4 o 1/8 de vatio. Si ve *10 W* junto a un valor de resistencia, sabes que necesitas una resistencia de potencia.

Muchos esquemas muestran solo el ID de referencia y el símbolo del circuito para cada componente y luego incluyen un diagrama separado. *lista de piezas* Para proporcionar detalles de números de pieza, valores y otra información. La lista de piezas asigna el ID de referencia a la información específica de cada componente.

Componentes electrónicos analógicos

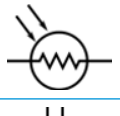
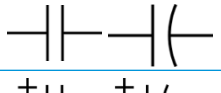
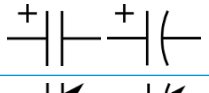
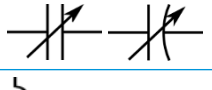
Los componentes analógicos controlan el flujo de señales eléctricas continuas (analógicas). La Tabla 14-1 muestra los símbolos de circuito utilizados para los componentes electrónicos analógicos básicos. La tercera columna de la tabla proporciona la referencia del capítulo de este libro, donde encontrará información detallada sobre la funcionalidad de cada componente.

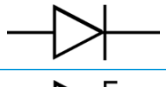
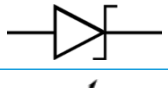
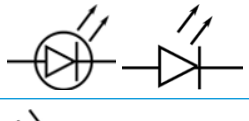
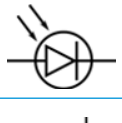
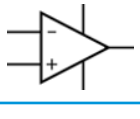
Primer de identificación de referencia

Los componentes se suelen identificar en un esquema mediante un designador de tipo alfabético, como C para condensador, seguido de un identificador numérico (1, 2, 3, etc.) para distinguir varios componentes del mismo tipo. Juntos, estos identificadores forman un*ID de referencia*que identifica de forma única Un condensador u otro componente específico. Si ese valor no está impreso junto al símbolo del componente, no se preocupe; puede encontrar la identificación de referencia en una lista de piezas para indicar el valor preciso del componente a utilizar. Los siguientes designadores de tipo se encuentran entre los más utilizados:

do	Condensador
D	Diodo
IC (o U)	circuito integrado
Yo	Inductor
CONDUJO	diodo emisor de luz
Q	Transistor
R	Resistor
RLY	Relé
T	Transformador
XTAL	Cristal

Tabla 14-1 **Símbolos para componentes analógicos**

Componente	*Símbolo*	*Capítulo*
Resistor		Capítulo 5
Resistencia variable (potenciómetro)		Capítulo 5
Fotorresistencia (fotocélula)		Capítulo 12
Condensador		Capítulo 7
condensador polarizado		Capítulo 7
Condensador variable		Capítulo 7
Inductor		Capítulo 8

Componente	*Símbolo*	*Capítulo*
Transformador de núcleo de aire		Capítulo 8
Transformador de núcleo sólido		Capítulo 8
Cristal		Capítulo 8
Transistor NPN (bipolar)		Capítulo 10
Transistor PNP (bipolar)		Capítulo 10
MOSFET de canal N		Capítulo 10
MOSFET de canal P		Capítulo 10
Fototransistor (NPN)		Capítulo 12
Fototransistor (PNP)		Capítulo 12
Diodo estándar		Capítulo 9
diodo Zener		Capítulo 9
Diodo emisor de luz (LED)		Capítulo 9
Fotodiodo		Capítulo 12
Amplificador operacional (op amp)		Capítulo 11

El símbolo de circuito de un amplificador operacional representa la interconexión de docenas de componentes individuales en un circuito casi completo (la alimentación es externa al amplificador operacional). Los esquemas siempre utilizan un solo símbolo para representar el circuito completo, que se presenta como un circuito integrado (CI). El símbolo de circuito de un amplificador operacional se usa comúnmente para representar muchos otros amplificadores, como el amplificador de potencia de audio LM386.

Lógica digital y componentes IC

Los componentes electrónicos digitales, como las puertas lógicas, manipulan señales digitales que constan de solo dos niveles de voltaje posibles (alto o bajo). Dentro de cada componente digital se encuentra un circuito casi completo (la alimentación es externa), compuesto por transistores individuales u otros componentes analógicos. Los símbolos de circuito para componentes digitales representan la interconexión de varios componentes individuales que conforman la lógica del circuito. Se puede construir la lógica desde cero u obtenerla en forma de circuito integrado. Los circuitos integrados lógicos suelen contener varias puertas (no necesariamente todas del mismo tipo) que comparten una única conexión de alimentación.

La Figura 14-8 muestra los símbolos del circuito para cada puerta lógica digital. Puede encontrar información detallada sobre la funcionalidad de cada puerta lógica en el Capítulo 11.

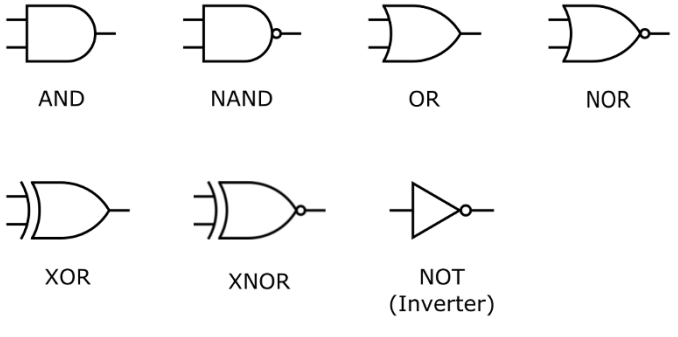


Figura 14-8: Símbolos para puertas lógicas.

Algunos esquemas muestran puertas lógicas individuales; otros muestran conexiones al circuito integrado completo, representado por un rectángulo. Puede ver un ejemplo de cada enfoque en la Figura 14-9.

El circuito integrado 74HC00 que se muestra en la Figura 14-9 es una puerta NAND CMOS cuádruple de 2 entradas. En el diagrama del circuito superior, cada puerta NAND está etiquetada. *1/4 74HC00* porque es una de las cuatro puertas NAND del CI. (Este tipo de etiquetado de puerta es común en los esquemas de circuitos digitales). Tenga en cuenta que la cuarta puerta NAND no se utiliza en este

Circuito específico (por eso no se usan los pines 11, 12 y 13). Ya sea que el esquema use puertas individuales o un encapsulado completo de CI, generalmente indica las conexiones de alimentación externa. Si no lo hace, debe consultar la asignación de pines del dispositivo en la hoja de datos del CI para determinar cómo conectar la alimentación. (Para más información sobre la asignación de pines y las hojas de datos, consulte el Capítulo 11).

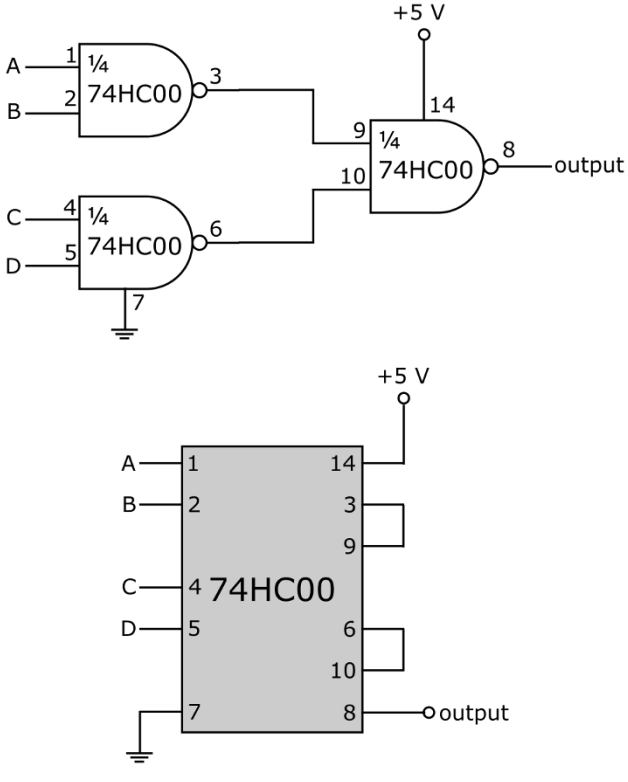


Figura 14-9: Dos representaciones esquemáticas diferentes del mismo circuito.

Encontrará muchos más circuitos integrados digitales además de los que contienen solo puertas lógicas. También encontrará circuitos integrados lineales (analógicos) que contienen circuitos analógicos y circuitos integrados de señal mixta que contienen una combinación de circuitos analógicos y digitales. La mayoría

Los circuitos integrados (CI), excepto los amplificadores operacionales, se muestran de la misma manera en los esquemas: como un rectángulo, etiquetado con una identificación de referencia (como IC1) o el número de pieza (como 74CH00), con conexiones de pines numeradas. La función del CI suele determinarse consultando el número de pieza, pero ocasionalmente el esquema puede incluir una etiqueta funcional, como *un disparo.*

Componentes varios

La Figura 14-10 muestra los símbolos de interruptores y relés. Consulte el Capítulo 4 para obtener información detallada sobre cada uno de estos componentes.

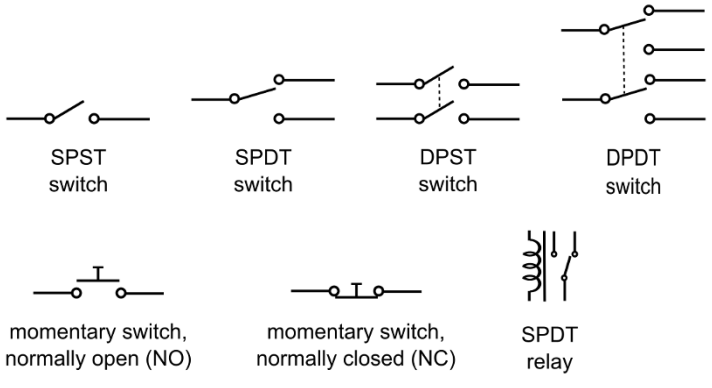


Figura 14-10: Símbolos para interruptores y relés.

La Figura 14-11 muestra los símbolos de varios transductores de entrada (sensores) y de salida. (Algunos de estos símbolos se referencian en la Tabla 14-1). Puede leer sobre la mayoría de estos componentes en el Capítulo 12 y sobre los LED en el Capítulo 9.

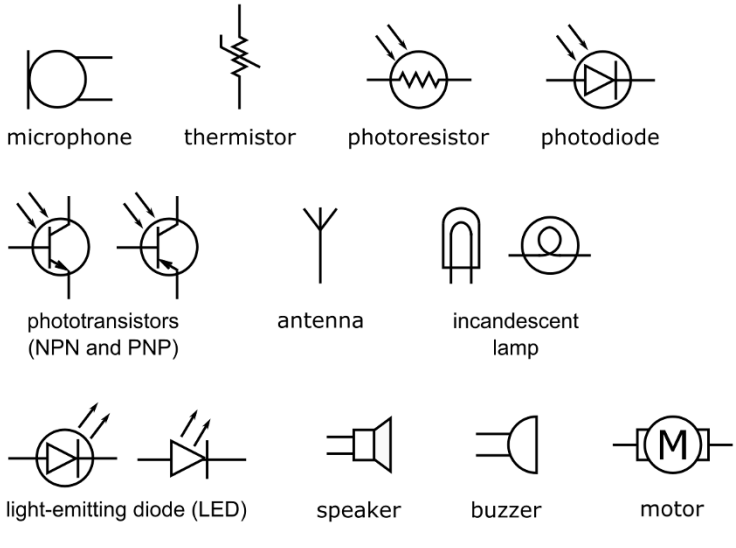


Figura 14-11: Símbolos para transductores de entrada y salida.

Algunos circuitos aceptan entradas y envían salidas a otros circuitos o dispositivos. Los esquemas suelen mostrar lo que parece un cable suelto que entra o sale del circuito. Suele tener una etiqueta similar a...*entrada de señal,*o*aportación del artilugio n.º 1,*o*producción*Así que ya sabes que debes conectarle algo. (Conectas un cable de la señal a este punto de entrada y el otro a la tierra de la señal). Otros esquemas pueden mostrar un símbolo para un conector específico, como un *enchufary Jacobo*Par, que conecta una señal de salida de un dispositivo a la entrada de otro. (El capítulo 12 ofrece una visión más detallada).

La Figura 14-12 muestra algunas de las formas en que se representan en los esquemas las conexiones de entrada y salida a otros circuitos. Los símbolos para las conexiones de entrada/salida pueden variar considerablemente entre esquemas. Los símbolos utilizados en este libro se encuentran entre los más comunes. Aunque el estilo exacto del símbolo puede variar de un esquema a otro, la idea es la misma: el símbolo indica que se debe realizar una conexión a algo externo al circuito.

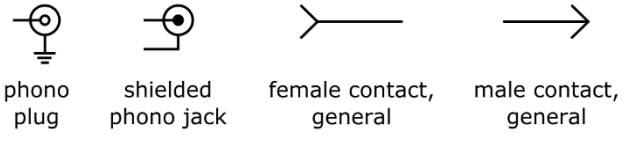


Figura 14-12:Símbolos para conexiones a otros circuitos.

Saber dónde tomar medidas

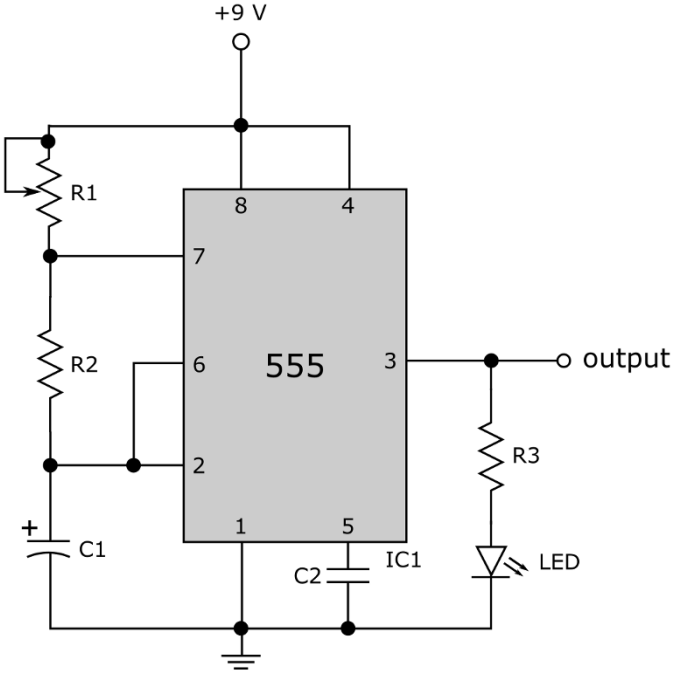
Es posible que se encuentre con uno o dos esquemas que incluyan símbolos para instrumentos de prueba, como un voltímetro (que mide el voltaje), un amperímetro (que mide la corriente) o un óhmetro (que mide la resistencia). (Como se explica en el Capítulo 16, un multímetro multipropósito puede funcionar como cualquiera de estos medidores, y más). Puede ver estos símbolos en esquemas de sitios web educativos o en documentos diseñados con fines educativos. Indican exactamente dónde colocar los cables del medidor para realizar la medición correctamente. (La abreviatura...*TP,*(Para punto de prueba, se utiliza a menudo para indicar dónde tomar una medición).

Cuando vea uno de los símbolos que se muestran en la Figura 14-13 en un esquema, recuerde que representa un instrumento de prueba, no un "vulcanistor" novedoso u otro componente electrónico del que nunca ha oído hablar antes.

Figura 14-13:Símbolos para instrumentos de prueba comunes.

Explorando un esquema

Ahora que ya conoces los fundamentos de los esquemas, es hora de repasar cada parte de un esquema simple. El esquema de la Figura 14-14 muestra el circuito de intermitencia LED utilizado en el Capítulo 17. Este circuito controla el encendido y apagado de un LED, cuya velocidad se controla girando la perilla de un potenciómetro (resistencia variable).



Parts List:

IC1: LM555 timer IC
R1: 1 MΩ potentiometer
R2: 47 kΩ resistor
R3: 330 Ω resistor
C1: 1 µF tantalum capacitor
C2: 0.1 µF disc capacitor
LED: light-emitting diode

Figura 14-14: El esquema y la lista de piezas utilizados para el proyecto de luz intermitente LED del Capítulo 17.

Esto es lo que dice este esquema:

- ✓ En el corazón del esquema se encuentra ***IC1*, un temporizador IC 555 de 8 pines,** Con los ocho pines conectados a partes del circuito. Los pines 2 y 6 están conectados entre sí.
- ✓ El circuito está alimentado por una fuente de alimentación de 9 voltios, que puede ser una **Batería de 9 V.**
  - El terminal positivo de la fuente de alimentación está conectado a los pines 4 y 8 de *IC1,* y a un cable fijo y al cable de contacto variable (limpiador) de *R1,* que es una resistencia variable (potenciómetro).
  - El terminal negativo de la fuente de alimentación (que se muestra como la conexión a tierra común) está conectado al pin 1 de *IC1,* al lado negativo del condensador *C1,* al condensador *C2,* y al cátodo (lado negativo) del LED.
- ✓ ***R1*** **es un potenciómetro** con un cable fijo conectado al pin 7 de *IC1* y a la resistencia *R2,* y tanto el otro cable fijo como el cable del limpiaparabrisas conectados al terminal positivo de la batería (y a los pines 4 y 8 de *IC1*).
- ✓ ***R2*** **es una resistencia fija** con un cable conectado al pin 7 de *IC1* y a un cable fijo de *R1,* y el otro cable conectado a los pines 2 y 6 de *IC1* y el lado positivo del condensador *C1*.
- ✓ ***C1*** **es un condensador polarizado.** Su lado positivo está relacionado con *R2* y a los pines 2 y 6 de *IC1,* y su lado negativo está conectado al terminal negativo de la batería (así como al pin 1 de *IC1,* condensador *C2,* y el cátodo del LED).
- ✓ ***C2*** **es un condensador no polarizado** conectado en un lado al pin 5 de *IC1* y en el otro lado al terminal negativo de la batería (así como al lado negativo del condensador). *C1,* pin 1 de *IC1,* y el cátodo del LED).
- ✓ El ánodo (lado positivo) del **CONDUJO** está conectado a la resistencia *R3* y el cátodo del LED está conectado al terminal negativo de la batería (así como al lado negativo del condensador C1, el condensador C2 y el pin 1 del IC1).
- ✓ ***R3*** **es una resistencia fija** conectado entre el pin 3 de *IC1* y el ánodo del LED.
- ✓ Por último, el **producción** mostrado en el pin 3 de *IC1* se puede utilizar como fuente de señal (entrada) para otra etapa del circuito.

Cada elemento de la lista de instrucciones que se acaba de presentar se centra en un componente del circuito y sus conexiones. Aunque la lista menciona las mismas conexiones varias veces, esto es una buena práctica; conviene comprobar y volver a comprobar las conexiones del circuito asegurándose de que...*cada cable o pin de cada componente individual* Está conectado correctamente. (¿Alguna vez has oído la regla de oro "medir dos veces, cortar una"? Pues bien, aquí se aplica el mismo principio). Nunca se es demasiado precavido al conectar componentes electrónicos.

Estilos alternativos de dibujo esquemático

Los símbolos esquemáticos de este capítulo corresponden al estilo de dibujo utilizado en Norteamérica (en particular, en Estados Unidos) y Japón. Algunos países, especialmente los europeos y Australia, utilizan símbolos esquemáticos ligeramente diferentes. Si utiliza el esquema de un circuito no diseñado en Estados Unidos o Japón, deberá realizar una traducción esquemática breve para comprender todos los componentes.

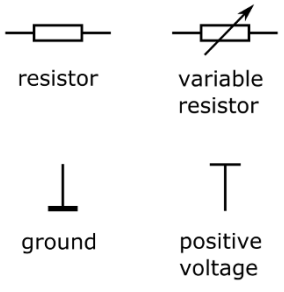


Figura 14-15: Símbolos esquemáticos utilizados para circuitos diseñados en Europa.

La Figura 14-15 muestra una muestra de símbolos esquemáticos comúnmente utilizados en el Reino Unido y otros países europeos. Observe las diferencias obvias en los símbolos de resistencias, tanto fijas como variables.

Este estilo organiza sus símbolos de forma diferente al estilo estadounidense. En Estados Unidos, los valores de resistencia superiores a 1000 Ω se expresan como 6,8 kΩ o 10,2 kΩ, con minúsculas *k* Después del valor. El estilo esquemático europeo elimina la coma decimal. En los esquemas del Reino Unido, los valores de resistencia se expresan en la forma 6k8 o 10k2. Este estilo sustituye las minúsculas *k* (que significa *kiloohmios,* o miles de ohmios) para el punto decimal.

Puede encontrar otras variaciones en los estilos de dibujo esquemático, pero todas son bastante evidentes y las diferencias no son sustanciales. Una vez que aprende a usar un estilo de dibujo, los demás se le presentan con relativa facilidad.

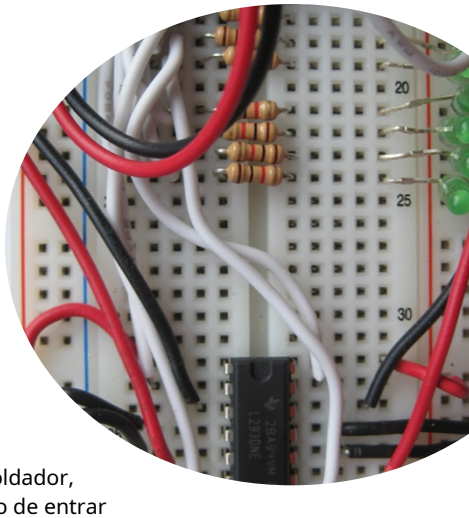
15

Circuitos de construcción

En este capítulo

- Explorando las profundidades de una placa de pruebas sin soldadura
- Creación de un circuito sencillo y sin complicaciones con una placa de pruebas sin soldadura
- Soldadura segura, como los profesionales
- Reconocer y corregir errores de soldadura (como los profesionales)
- Consolidar la relación de su circuito con una placa de pruebas de soldadura o una placa perforada
- Alcanzar el nirvana en la construcción de circuitos con una placa de circuito impreso personalizada

Y Has preparado cuidadosamente tu banco de trabajo, has colocado estratégicamente tus nuevos y relucientes juguetes... ¡Uy! Quise decir...*herramientas*—Para impresionar a tus amigos, y buscaste las mejores ofertas en resistencias y otros componentes. Ahora estás listo para ponerte manos a la obra y construir circuitos que destellan y hacen ruido. Entonces, ¿cómo transformas un...
diagrama de circuito bidimensional en uno real, en vivo,*trabajando*
¿Circuito electrónico (quizás incluso en movimiento)?



En este capítulo, te muestro varias maneras de conectar componentes electrónicos para formar circuitos que impulsan electrones a tu voluntad. Primero, describo cómo crear circuitos flexibles y temporales usando placas de pruebas sin soldadura, listas para usar, que ofrecen la plataforma ideal para probar y ajustar tus diseños. A continuación, te explico cómo fusionar componentes de forma segura usando una sustancia fundida llamada soldadura (¡qué divertido!). Finalmente, describo las opciones para crear circuitos permanentes usando una variedad de las placas de circuito más populares de la actualidad.

Así que ármate con destornilladores, alicates de punta fina, soldador, ponte gafas de seguridad y pulsera antiestática: ¡estás a punto de entrar en la zona de construcción de productos electrónicos!

Echando un vistazo a las placas de pruebas sin soldadura

*Placas de pruebas sin soldadura,*También llamado*placas de prototipos*o*placas de circuitos,* Facilitan la construcción (y desmontaje) de circuitos temporales (véase la Figura 15-1). Estas placas de plástico rectangulares reutilizables contienen cientos de conectores cuadrados, o *agujeros de contacto,*En el que se conectan los componentes (por ejemplo, resistencias, condensadores, diodos, transistores y circuitos integrados). Los grupos de orificios de contacto están conectados eléctricamente mediante tiras metálicas flexibles que discurren por debajo de la superficie. Se introduce un cable o terminal en un orificio y este entra en contacto con el metal subyacente. Al conectar los componentes correctamente y pasar los cables desde la placa de pruebas hasta la fuente de alimentación, se puede construir un circuito funcional sin necesidad de conectar los componentes permanentemente.

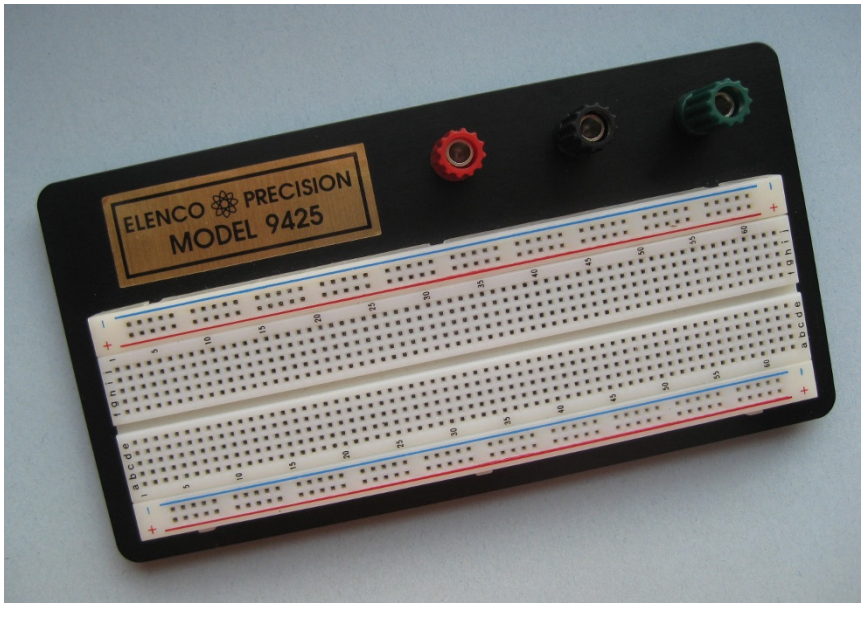


Figura 15-1: Las placas de pruebas sin soldadura vienen en varios tamaños. Esta tiene 830 orificios e incluye cuatro rieles de alimentación y tres bornes de conexión para conectar la alimentación externa.

Recomiendo encarecidamente usar una placa de pruebas sin soldadura (o dos) al construir un circuito por primera vez. De esta manera, puedes probar el circuito para asegurarte de que funciona correctamente y hacer los ajustes necesarios. A menudo, se puede mejorar el rendimiento de un circuito simplemente modificando algunos valores de los componentes. Puedes realizar estos cambios fácilmente quitando un componente e insertando otro en la placa, sin tener que desoldar y volver a soldar. (Para más detalles sobre la soldadura, consulta la sección "Soldadura 101", más adelante en este capítulo).

Traducido del inglés al español - www.onlinedoctranslator.com

Cuando esté seguro de que su circuito funciona como desea, cree un circuito permanente en otros tipos de placas (como se describe en la sección "Creación de un circuito permanente", más adelante en este capítulo).

Las placas de pruebas sin soldadura están diseñadas para circuitos de CC de bajo voltaje. Nunca utilice una placa de pruebas con una corriente doméstica de 120 V CA. Una corriente o voltaje excesivos pueden derretir el plástico o provocar un arco eléctrico entre los contactos, lo que dañaría la placa de pruebas y podría exponerlo a corrientes peligrosas.

Explorando una placa de pruebas sin soldadura

La foto de la Figura 15-2 muestra una placa de pruebas sin soldadura con líneas amarillas para visualizar las conexiones subyacentes entre los orificios de contacto. La mayoría de las placas de pruebas presentan tres características notables:

- ✓ **Regletas de terminales:** En el centro de la placa de pruebas, los agujeros están unidos horizontalmente en bloques de cinco llamados *regletas de terminales,* Como lo indican las líneas amarillas en la foto de la Figura 15-2. Por ejemplo, los agujeros en la fila 1, columnas a, b, c, d y e están conectados eléctricamente entre sí, al igual que los agujeros en la fila 1, columnas f, g, h, i y j. No hay conexiones verticales dentro de estas dos secciones centrales; por lo tanto, por ejemplo, el agujero 1a no está conectado eléctricamente con el agujero 2a.
- ✓ **Espacio central:** La zanja entre las columnas e y f en la placa de pruebas de la Figura 15-2 proporciona un espacio eléctrico entre las dos secciones centrales de la placa. *Es importante recordar que no hay conexiones internas en este espacio central.* Muchos circuitos integrados (CI) están empaquetados en *paquetes en línea duales (DIP)* de modo que puedas colocarlos a ambos lados del espacio central y configurar instantáneamente conjuntos de conexiones independientes para cada uno de sus pines.
- ✓ **Rieles de potencia:** A lo largo de los lados izquierdo y derecho de la mayoría de las placas de pruebas hay cuatro columnas (dos a cada lado) de orificios de contacto conectados verticalmente. Estas columnas, etiquetadas como + y -, se conocen como *franjas de autobús* o *rieles de potencia* Porque se suelen usar para distribuir la alimentación a lo largo del tablero. Si conecta la alimentación (o tierra) a un solo orificio en cada una de estas columnas, puede acceder a ella tendiendo un cable desde cualquier otro orificio de esas columnas hasta un orificio en una regleta de terminales.

  No se puede determinar con exactitud cuántos orificios de cada riel de alimentación están conectados eléctricamente con solo observar la placa. En algunas placas, como la que se muestra en la Figura 15-2, todos los contactos de cada riel de alimentación están conectados eléctricamente, pero otras placas presentan una interrupción en las conexiones a la mitad de cada columna. Si hay una interrupción, se puede conectar un cable entre los contactos adyacentes para puentear los dos conjuntos de conexiones de cada columna.

Los rieles de alimentación no tienen nada de especial, salvo sus etiquetas y codificación por colores, así que puedes conectar lo que quieras a estas columnas. Sin embargo, si eres astuto, aprovecharás las etiquetas para llevar un registro de tus conexiones. Te recomiendo conectar la fuente de alimentación positiva al riel de alimentación positivo de un lado de la placa y usar el riel de alimentación negativo del otro lado para la conexión a tierra.

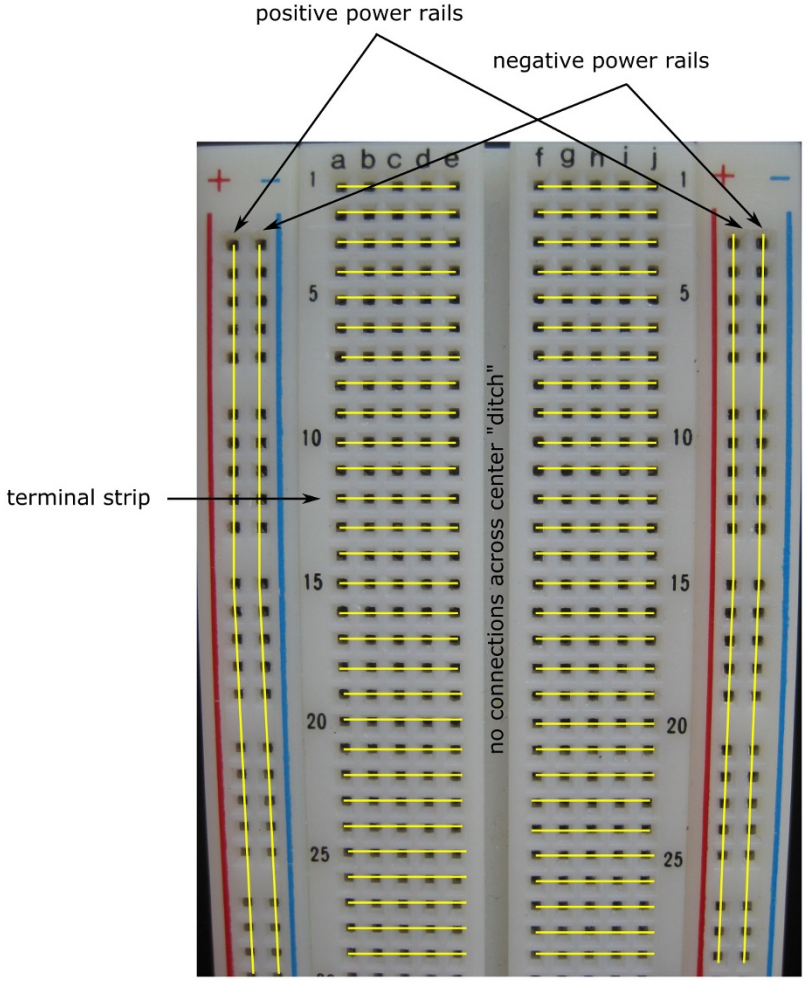


Figura 15-2: Los orificios de contacto en una placa de pruebas sin soldadura están dispuestos en filas y columnas que están conectadas eléctricamente en pequeños grupos debajo de la superficie.

Puedes usar un multímetro para comprobar si dos puntos dentro de una fila, o entre filas, están conectados eléctricamente. Introduce un cable puente en cada orificio y, a continuación, toca un cable con una sonda del multímetro y el otro con la otra. Si la lectura de ohmios es baja, los dos puntos están conectados. Si la lectura de ohmios es infinita, no lo están. (Consulta el Capítulo 16 para obtener más información sobre cómo probar con el multímetro).

Los orificios tienen una separación de 0,1 pulgadas (1/10 de pulgada), un tamaño ideal para circuitos integrados DIP, la mayoría de los transistores y componentes discretos, como condensadores y resistencias. Simplemente conecte los circuitos integrados DIP, las resistencias, los condensadores, los transistores y un cable sólido de calibre 20 o 22 en los orificios de contacto correspondientes para crear el circuito. Normalmente, se utilizan las dos secciones centrales de la placa para conectar los componentes; las secciones izquierda y derecha para la alimentación.

Los fabricantes de placas de pruebas fabrican tiras de contacto de un metal elástico recubierto con un revestimiento. Este revestimiento evita que los contactos se oxiden, y la elasticidad del metal permite usar cables de diferentes diámetros sin deformarlos gravemente. Sin embargo, tenga en cuenta que puede dañar los contactos si intenta usar cable de calibre superior a 20 o componentes con cables muy gruesos. Si el cable es demasiado grueso para entrar en el orificio, no intente forzarlo. Si lo hace, puede aflojar el contacto y la placa de pruebas podría no funcionar correctamente.

Cuando no la uses, guarda la placa de pruebas en una bolsa de plástico resellable. ¿Por qué? Para protegerla del polvo. Los contactos sucios dañan las conexiones eléctricas. Aunque puedes usar un limpiador eléctrico en aerosol para eliminar el polvo y otros contaminantes, te facilitas las cosas manteniendo la placa de pruebas limpia desde el principio.

Dimensionamiento de las variedades de placas de pruebas sin soldadura

Las placas de pruebas sin soldadura vienen en muchos tamaños. Las placas de pruebas más pequeñas (con entre 400 y 550 orificios) admiten diseños con hasta tres o cuatro circuitos integrados, además de algunos componentes discretos. Las placas más grandes, como la de 830 orificios que se muestra en las Figuras 15-1 y 15-2, ofrecen mayor flexibilidad y admiten cinco o más circuitos integrados. Si le interesan los diseños complejos, adquiera placas de pruebas extragrandes con entre 1660 y más de 3200 orificios de contacto. Estas placas admiten entre una y tres docenas de circuitos integrados, además de otros componentes discretos.

No te excedas al comprar una placa de pruebas sin soldadura. No necesitas una placa de pruebas del tamaño de Wyoming si estás creando circuitos pequeños o medianos, como los que te muestro en el Capítulo 17. Y si en medio del diseño de un circuito descubres que necesitas un poco más de espacio en la placa de pruebas, siempre puedes conectar dos placas de pruebas. Algunas placas de pruebas sin soldadura tienen crestas entrelazadas, lo que permite unir varias para crear una placa de pruebas más grande.

Construcción de circuitos con placas de pruebas sin soldadura

En esencia, la protoboarding consiste en insertar componentes en la placa, conectarla a la alimentación y realizar las conexiones mediante cables. Sin embargo, hay una forma correcta y una incorrecta de hacerlo. Esta sección te explica qué tipo de cable usar, técnicas eficientes de protoboarding y cómo darle a tu placa un diseño ordenado y lógico.

Preparación de sus piezas y herramientas

Antes de empezar a insertar elementos al azar en tu placa de pruebas, asegúrate de tener todo lo necesario. Revisa la lista de componentes electrónicos que necesitas para construir tu circuito y reserva los que necesites. Reúne las herramientas esenciales, como alicates de punta fina, cortadores de alambre y un pelacables (ver Figura 15-3).

Figura 15-3: Herramientas del oficio (de arriba a abajo): cortador/pelacables, mini alicates de punta fina, pelacables, alicates de punta fina.

Asegúrate de que todos los cables de tus componentes sean aptos para insertarlos en los agujeros de la placa de pruebas. Si es posible, corta cables largos para que los componentes queden planos y ajustados a la placa. (No te preocupes si no puedes reutilizarlos para otro circuito; son bastante económicos). Algunos componentes, como los potenciómetros, pueden no tener cables, así que tendrás que soldar cables unipolares a sus terminales (consulta la sección "Soldadura 101" más adelante en este capítulo para saber cómo hacerlo). Familiarízate con la polaridad de las piezas, qué cables son cada uno en transistores, potenciómetros y circuitos integrados. Y, por último, prepara los cables de interconexión, como se describe en la siguiente sección.

Ahorrando tiempo con cables pre-pelados

Muchas de las conexiones entre los componentes de su placa de pruebas se realizan mediante la propia placa de pruebas, debajo de la superficie, pero cuando no puede hacer una conexión directa a través de la placa, utiliza cables de interconexión (a veces llamados *cables puente*). Se utiliza cable aislado sólido (no trenzado) de calibre 20 a 22 para conectar los componentes en la placa de pruebas. Un cable demasiado grueso o delgado no funciona bien en la placa de pruebas: si es demasiado grueso, no entrará en los orificios; si es demasiado delgado, el contacto eléctrico será deficiente.

No utilice cable trenzado en una placa de pruebas. Los hilos individuales pueden romperse y alojarse en los contactos metálicos de la placa.

Mientras compras tu placa de pruebas, compra un juego de cables puente prepelados, como sugiero en el Capítulo 13. (No compres barato ahora; esta compra vale la pena). Los cables prepelados vienen en una variedad de longitudes y ya están pelados (obviamente) y doblados, listos para que los uses en las placas de pruebas. Por ejemplo, un surtido popular contiene 10 de cada una de las 14 longitudes de cable, que van desde 0,1 pulgadas hasta 5 pulgadas (ver Figura 15-4). Un juego de 140 a 350 cables prepelados puede costarte entre $6 y $15, pero puedes estar seguro de que el precio vale la pena por el tiempo que ahorrarás. La alternativa es comprar un montón de cable, cortar segmentos de varias longitudes y pelar minuciosamente aproximadamente 1/3 de pulgada del aislamiento de cada extremo.

Incluso si compras una gran variedad de cables prepelados, puede que llegue el momento en que tengas que fabricar uno o dos cables de interconexión. Empieza con un cable de calibre 20 o 22 (o una sección prepelada más larga que quieras cortar en secciones más pequeñas) y córtala a la longitud deseada. Si tienes un pelacables con dial de selección de calibre, ajústalo al calibre del cable que estés usando. Otros pelacables pueden tener varias muescas de corte etiquetadas para varios calibres. Usar uno de estos dispositivos específicos para cada calibre en lugar de un pelacables genérico evita que se corte el cable al pelar el aislamiento. Las muescas debilitan el cable, y un cable débil puede atascarse en un agujero de la placa de pruebas y arruinarte el día.

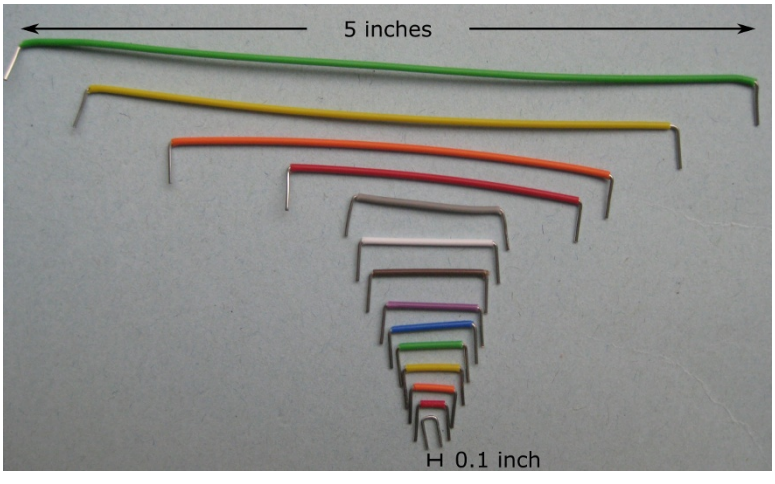


Figura 15-4: Los cables puente pre-pelados pueden ahorrarle tiempo y agonía.

Para hacer su propio cable de placa de pruebas, siga estos pasos (ver Figura 15-5):

1. **Corte el cable a la longitud que necesite, utilizando una herramienta para cortar cables.**

2. **Retire aproximadamente entre 1/4 y 1/3 de pulgada de aislamiento de cada extremo.**

   Si usa una herramienta específica para el calibre, inserte un extremo del cable en la herramienta pelacables, sujete el otro extremo con un alicate de punta fina y pase el cable por la herramienta. Si usa un pelacables genérico, el calibre se controla con la fuerza con la que presiona la herramienta alrededor del cable: si presiona demasiado, lo mella; si presiona demasiado, no corta todo el aislamiento.

3. **Doble los extremos expuestos del cable en un ángulo recto (90°).**

   Utilice alicates de punta fina para esta tarea.

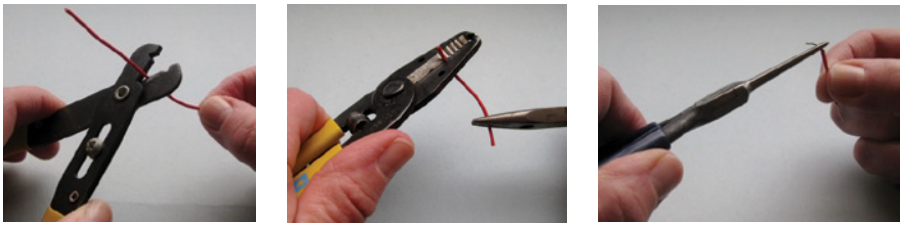


Figura 15-5: Cortar, pelar y doblar un cable de interconexión.

Diseñando tu circuito

Ya tienes las piezas y herramientas listas y el esquema (el diagrama del circuito) en la mano. Ahora quieres construir un circuito en la placa de pruebas. Pero ¿por dónde empezar? ¿Cuál es la mejor manera de conectarlo todo?

Bienvenido al mundo del diseño de circuitos: determinar la ubicación de cada elemento en la placa para que encaje, quede limpio y sin errores. No esperes que el diseño de tu circuito sea exactamente igual que el esquema; hacerlo no solo es difícil, sino que suele ser poco práctico. Sin embargo, puedes orientar los elementos clave de tu circuito para que sea más fácil de entender y depurar.

Cuando estés construyendo un circuito en una placa de pruebas, concéntrate en el *conexiones entre componentes,*en lugar de en la posición de los componentes en su esquema.

A continuación se muestran algunas pautas para construir su circuito de placa de pruebas:

- ✓ **Oriente su placa de pruebas de modo que los rieles de alimentación queden a lo largo de la parte superior e inferior de la placa, como se muestra en la Figura 15-1.**
- ✓ **Utilice uno de los rieles de alimentación superiores (preferiblemente el que tiene la etiqueta +) para la fuente de alimentación positiva y uno de los rieles inferiores (preferiblemente el que tiene la etiqueta –) para tierra (y la fuente de alimentación negativa, si hay una).** Estos rieles le brindan una gran cantidad de conectores interconectados para que pueda conectar fácilmente los componentes a la alimentación y a tierra.
- ✓ **Oriente las entradas del circuito en el lado izquierdo de la placa y las salidas en el lado derecho.**Planifique la disposición de sus componentes para minimizar la cantidad de cables puente. Cuanto más cableado tenga que insertar, más saturada y confusa se volverá la placa.
- ✓ **Coloque los circuitos integrados primero, a horcajadas sobre el espacio central.**Deje al menos tres, y preferiblemente diez, columnas de orificios (es decir, regletas de terminales) entre cada circuito integrado. Puede usar una herramienta de inserción/extracción de chips para implantar y extraer circuitos integrados y así reducir el riesgo de dañarlos al manipularlos.

  Si trabaja con chips CMOS, asegúrese de conectar la herramienta a tierra para eliminar la electricidad estática. (Consulte el Capítulo 13 para más detalles).

- ✓ **Recorra cada circuito integrado, comenzando por el pin 1, insertando los componentes que se conectan a cada pin. Luego, inserte los componentes adicionales para completar el circuito.**Utilice alicates de punta fina para doblar los cables y conductores en un ángulo de 90 grados e insertarlos en los enchufes, manteniendo los cables y conductores lo más cerca posible de la placa para evitar que se suelten.
- ✓ **Si su circuito requiere puntos de conexión comunes además de energía, y no tiene suficientes puntos en una columna de orificios, use trozos de cable más largos para llevar la conexión a otra parte de la placa donde tenga más espacio.**Puedes hacer que el punto de conexión común sea una o dos columnas entre un par de circuitos integrados, por ejemplo.

La figura 15-6 muestra la configuración de la placa de pruebas para un circuito simple de LED (diodo emisor de luz) con resistencia antes y después de aplicar energía.

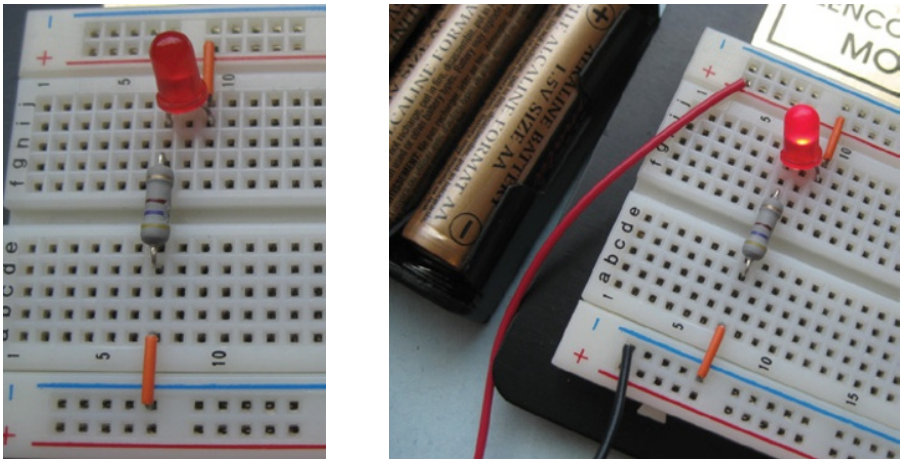


Figura 15-6: Pele y doble los extremos del cable puente y corte los cables de los componentes para que encajen perfectamente en la placa de pruebas.

¡Mi circuito de placa de pruebas no funciona bien!

A medida que trabaja con placas de pruebas sin soldadura, puede encontrarse con el problema bastante común de *capacitancia parásita*, Que es una capacitancia no deseada (energía eléctrica almacenada) en un circuito. Todos los circuitos tienen una capacitancia inherente que no se puede evitar, pero cuando muchos cables pasan en todas direcciones, la capacitancia puede aumentar inesperadamente. En cierto punto (y esto varía de un circuito a otro), esta capacitancia parásita puede provocar un mal funcionamiento del circuito.

Dado que las placas de pruebas sin soldadura contienen tiras de metal y requieren cables de componentes algo más largos, tienden a introducir una cantidad considerable de capacitancia parásita en circuitos desprevenidos. Como resultado, las placas de pruebas sin soldadura tienden a alterar las características de algunos componentes.

Componentes, especialmente condensadores e inductores. Estas variaciones pueden cambiar el comportamiento de un circuito. Tenga esto en cuenta si trabaja con circuitos de radiofrecuencia (RF), como receptores y transmisores de radio, con circuitos digitales que utilizan señales que cambian a una velocidad muy rápida (del orden de un par de millones de hercios) y con circuitos de temporización más sensibles que dependen de valores exactos de los componentes.

Si está construyendo una radio u otro circuito afectado por la capacitancia parásita, quizás deba evitar construir el circuito primero en una placa de pruebas sin soldadura. En su lugar, quizás deba usar directamente una placa perforada (descrita en la sección "Creación de un circuito permanente", más adelante en este capítulo).

No te preocupes por la expansión urbana en tu placa de pruebas. Es mejor colocar los componentes un poco más separados que demasiado juntos. Mantener una distancia considerable entre los circuitos integrados y los componentes también te ayuda a ajustar y refinar el circuito. Puedes añadir componentes más fácilmente sin alterar los existentes.

Un cableado desordenado dificulta la depuración de un circuito, y una maraña de cables aumenta considerablemente la probabilidad de errores. Los cables se sueltan cuando no se desea, o el circuito puede fallar. Para evitar el caos, planifique y construya cuidadosamente los circuitos de su placa de pruebas. Este esfuerzo adicional puede ahorrarle mucho tiempo y frustración en el futuro.

Cómo evitar circuitos dañados

Solo necesitas saber algunas cosas más para mantener tu placa de pruebas y tus circuitos en buen estado de funcionamiento:

- ✓ **Si su circuito utiliza uno o más chips CMOS, inserte los chips CMOS al último.** Si es necesario, use un circuito integrado TTL ficticio para asegurarse de que todo esté correctamente conectado. Los chips TTL no son tan sensibles a la estática como los CMOS. Asegúrese de proporcionar conexiones para la fuente de alimentación positiva y negativa, y de conectar todas las entradas (conecte las entradas que no utilice a la línea de alimentación positiva o negativa). Cuando esté listo para probar el circuito, retire el circuito ficticio y sustitúyalo por el circuito integrado CMOS.
- ✓ **Nunca exponga una placa de pruebas al calor porque puede dañar permanentemente el plástico.** Los circuitos integrados y otros componentes que se calientan mucho (por ejemplo, debido a un cortocircuito o un exceso de corriente) pueden derretir el plástico subyacente. Toque todos los componentes con el circuito encendido para comprobar si hay sobrecalentamiento.

- ✓ **Nunca utilice una placa de pruebas sin soldadura para transportar una corriente doméstica de 120 VCA.** La corriente podría formar un arco eléctrico a través de los contactos, dañando la placa y representando un peligro.
- ✓ **Si un pequeño trozo de cable o alambre queda atrapado en un enchufe, utilice unos alicates de punta fina para sacarlo con cuidado del orificio (con la corriente apagada).**
- ✓ **No siempre podrás terminar y probar un circuito de una sola vez. Si tienes que dejar tu circuito de prueba a un lado por un tiempo, ponlo fuera del alcance de niños, animales y personas demasiado curiosas.**

Soldadura 101

Soldadura ((pronunciado "SOD-er-ing") es el método que se utiliza para realizar conexiones conductoras entre componentes, cables o ambos. Se utiliza un dispositivo llamado *soldador* para fundir un metal blando llamado *soldar* de una manera que el

La soldadura fluye alrededor de los dos cables metálicos que se están uniendo. Al retirar el soldador, la soldadura se enfría y forma una unión física conductora, conocida como *junta de soldadura*, entre los cables o conductores de los componentes.

¿Debería importarte la soldadura al usar placas de pruebas sin soldadura para tus proyectos de construcción de circuitos? La respuesta es sí. Casi todos los proyectos electrónicos implican cierta cantidad de soldadura. Por ejemplo, puedes comprar componentes (como potenciómetros, interruptores y micrófonos) que no incluyen cables. En ese caso, tienes que soldar dos o más cables a sus terminales para crear cables que permitan conectarlos a la placa de pruebas.

Por supuesto, esta técnica se utiliza ampliamente cuando se construyen circuitos permanentes en placas de prueba soldadas, placas perforadas o placas de circuitos impresos (como se describe en la sección "Creación de un circuito permanente", más adelante en este capítulo).

Preparándose para soldar

Para soldar, necesitas un soldador (de 25 a 30 vatios), una bobina de soldadura estándar de calibre 16 o 22 (núcleo de resina 60/40), un soporte de soldadura seguro y una esponja pequeña. Asegúrate de fijar el soldador en su soporte y colocarlo en un lugar seguro de tu banco de trabajo, donde sea improbable que se caiga.

Le recomiendo que eche un vistazo al Capítulo 12 para obtener información detallada sobre cómo elegir el equipo de soldadura para sus proyectos electrónicos, incluido un análisis del uso de soldadura con núcleo de resina 60/40 (que contiene plomo) frente a soldadura sin plomo.

Reúne algunos elementos adicionales, como gafas de seguridad (para protegerte los ojos de la soldadura que chisporrotea), una pinza de cocodrilo (que también sirve como disipador de calor para componentes sensibles a la temperatura), una pulsera antiestática (descrita en el Capítulo 13), alcohol isopropílico, un trozo de papel, un lápiz y cinta adhesiva. Coloca cada pieza que necesites soldar sobre el papel, fijándola con cinta adhesiva. Escribe una etiqueta, como R1, en el papel junto a cada pieza, de modo que coincida con la etiqueta del esquema. Ponte las gafas de seguridad y la pulsera antiestática, y asegúrate de que tu área de trabajo esté bien ventilada.

Humedezca la esponja, escurriendo el exceso de agua. Encienda el soldador, espere aproximadamente un minuto a que se caliente (a unos 310 °C) y luego humedezca la punta del soldador. *brevemente* tocarlo con la esponja. Si la punta es nueva, *estaño* Antes de soldar, límpielo para evitar que la soldadura se pegue a la punta. (La soldadura pegajosa puede formar un glóbulo antiestético que puede causar problemas si se cae en el circuito). Estañe la punta aplicando una pequeña cantidad de soldadura fundida. Luego, limpie el exceso de soldadura con la esponja.

Estañe periódicamente la punta del soldador para mantenerla limpia. También puede comprar limpiadores de puntas si la suciedad se acumula y no logra eliminarla durante el reestañado regular de la punta.

Soldadura para el éxito

Para soldar con éxito es necesario seguir algunos pasos sencillos y practicar mucho. Es importante recordar que la sincronización es crucial en el arte de soldar. Al leer los pasos del procedimiento de soldadura, preste mucha atención a palabras como *inmediatamente* y *unos segundos*—e interpretarlos literalmente. Estos son los pasos para soldar una unión:

1. **Limpie las superficies metálicas que se van a soldar.**

   Limpie los cables, los extremos de los cables o las superficies grabadas de la placa de circuito (descritos más adelante en este capítulo) con alcohol isopropílico para que la soldadura se adhiera mejor. Deje que las superficies se sequen completamente antes de soldar: ¡no querrá que se incendien!

2. **Asegure los elementos que se van a unir.**

   Puedes utilizar un *tercera mano* Una abrazadera (como se describe en el Capítulo 13) o un tornillo de banco y una pinza de cocodrilo sujetan firmemente un componente discreto mientras se le suelda un cable, o bien, utilicen alicates de punta fina para fijar el componente en su lugar sobre una placa de circuito. Para componentes con terminales, como una resistencia, doblar ligeramente los terminales ayudará a mantener el componente en su lugar.

3. Coloque el soldador.

Sosteniendo la plancha como si fuera un bolígrafo, coloque la punta en un ángulo de 30 a 45 grados con respecto a la superficie de trabajo, como se muestra en la Figura 15-7.

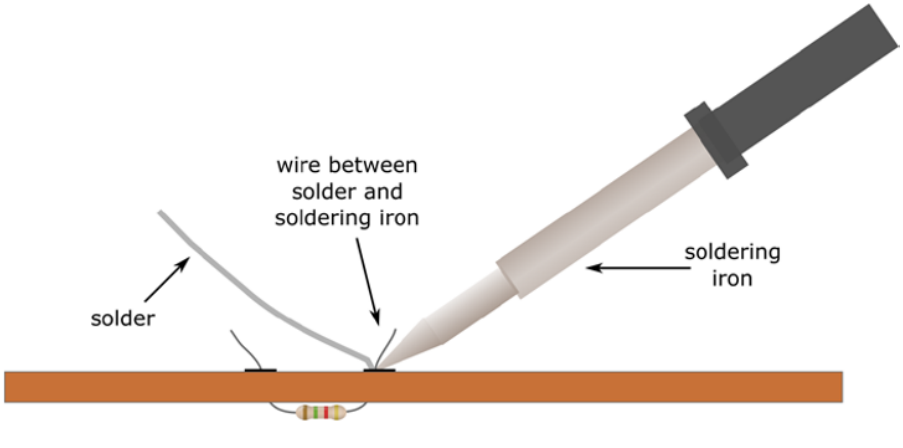


Figura 15-7: Sosteniendo el soldador en un ángulo, primero aplique calor a las partes metálicas que está soldando y luego alimente la soldadura fría en la unión.

4. **Aplica la punta a la articulación en la que estás trabajando. (*No*(No utilice ninguna soldadura en este punto del proceso).**

Asegúrese de tocar con la punta del soldador ambas piezas que intenta unir (por ejemplo, el cable de una resistencia y la almohadilla de cobre en la parte posterior de una placa de circuito impreso). Quiere calentar ambas, así que...*no*Aplique calor directamente a la soldadura. Deje que el metal se caliente unos segundos.

5. **Alimente la soldadura fría hacia el área de metal calentada.**

La soldadura se derretirá y fluirá alrededor de la unión en un par de segundos.

6. **Retire inmediatamente la soldadura y luego retire el soldador.**

A medida que los retira, mantenga el componente quieto hasta que la soldadura se enfríe y la unión se solidifique.

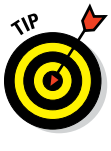
7. **Coloque el soldador de forma segura en su soporte.** Nunca

coloque un soldador caliente sobre su superficie de trabajo.

8. **Utilice los alicates de corte diagonal para cortar el exceso de cables del componente lo más cerca posible de la unión de soldadura.**

Tenga cuidado de utilizar solo la cantidad correcta de soldadura (lo que significa aplicar soldadura durante el tiempo justo): si usa muy poca, formará una conexión débil; si usa demasiada, la soldadura puede formar pegotes que pueden causar cortocircuitos.

Puedes dañar muchos componentes electrónicos si los expones a un calor prolongado o excesivo, así que ten cuidado de usar el soldador solo el tiempo suficiente para calentar el cable del componente para una soldadura adecuada, ni más ni menos.



Para evitar dañar componentes sensibles al calor (como transistores), conecte una pinza de cocodrilo al cable entre la unión de soldadura y el cuerpo del componente. De esta manera, el calor excesivo se disipará a través de la pinza y no dañará el componente. Asegúrese de dejar que la pinza se enfríe antes de volver a manipularla.

Inspección de la junta

Después de soldar, inspeccione visualmente la unión para asegurarse de que sea resistente y conductora. La soldadura fría debe estar brillante, no opaca, y resistir un tirón suave desde un lado. Si soldó un cable a una placa de circuito, debería poder ver...*filete*((zona de soldadura elevada en forma de volcán) en la unión. Si ve soldadura opaca o picos irregulares, sabe que tiene una*junta de soldadura en frío.* Las uniones frías son físicamente más débiles que las uniones hechas correctamente y no conducen tan bien la electricidad.

Se pueden formar juntas de soldadura frías si se mueve el componente mientras la soldadura aún se está enfriando, si la junta está sucia o aceitosa, o si no se calentó la soldadura correctamente. Resoldar sin desoldar primero suele producir juntas de soldadura frías porque la soldadura original no se calienta lo suficiente.

Si tiene una unión de soldadura fría, es mejor quitar la soldadura existente (como se describe en la siguiente sección, "Desoldar cuando sea necesario"), limpiar las superficies con alcohol isopropílico y volver a aplicar soldadura nueva.

Desoldar cuando sea necesario

En algún momento de su trabajo con electrónica, es probable que se encuentre con una soldadura fría, un componente invertido o algún otro problema de soldadura. Para corregir estos errores, debe retirar la soldadura de la unión y luego aplicar soldadura nueva. Puede usar una bomba desoldadora (también conocida como succionador de soldadura, que se describe en breve), una mecha de soldadura o ambas para retirar la soldadura de la unión.

Usar *mecha de soldadura* (También llamado *trenza de soldadura*), que es una trenza plana de cobre, para eliminar la soldadura difícil de alcanzar. Se coloca sobre la soldadura sobrante y se aplica calor. Cuando la soldadura alcanza su punto de fusión, se adhiere al alambre de cobre, que luego se retira y se desecha.

Tenga cuidado al usar la mecha de soldadura. Si toca la trenza caliente, podría sufrir quemaduras graves, ya que el cobre conduce el calor muy bien.

A *bomba desoldadora,* También conocido como *succionador de soldadura,* Utiliza un vacío para aspirar el exceso de soldadura que se funde con el soldador. Hay dos tipos:

- **Una bomba de émbolo con resorte:** Para usar una bomba de resorte, presione el émbolo y coloque la boquilla sobre la unión que desea retirar. Luego, coloque con cuidado la punta del soldador en la unión para calentar la soldadura, evitando el contacto con el extremo de la bomba. A medida que la soldadura comience a fluir, suelte el émbolo para aspirarla. Finalmente, expulse la soldadura de la bomba (a un recipiente para desechos) presionando el émbolo una vez más. Repita estos pasos según sea necesario para eliminar la mayor cantidad posible de soldadura vieja.

  No guarde la bomba desoldadora con el émbolo amartillado. La junta de goma puede deformarse, reduciendo el vacío hasta el punto de que la bomba no pueda aspirar la soldadura.

- **Una bomba tipo bulbo:** Una bomba desoldadora de pera funciona de forma muy similar a la de resorte, excepto que se aprieta la pera para crear el vacío y se suelta para aspirar la soldadura. Puede resultar difícil usar esta bomba a menos que se monte la pera en el soldador. De hecho, un dispositivo llamado *desoldador* Consiste en un soldador con una bombilla de vacío colocada a su lado.

Enfriamiento después de soldar

Acostúmbrate a desenchufar, no solo a apagar, el soldador al terminar de soldar. Cepille la punta del soldador aún caliente con una esponja húmeda para eliminar el exceso de soldadura. Una vez que el soldador se haya enfriado, puedes usar pasta limpiadora de puntas para eliminar la suciedad incrustada. Después, puedes terminar con tres buenas prácticas:

- ✓ Asegúrese de que la plancha esté completamente fría antes de guardarla.
- ✓ Coloque el carrete de soldadura en una bolsa de plástico para evitar que se ensucie.
- ✓ Lávese siempre las manos al terminar de soldar, porque la mayoría de las soldaduras contienen plomo, que es venenoso.

Practicar la soldadura segura

Incluso si planea soldar solo una conexión, debe tomar las precauciones necesarias para protegerse y proteger a quienes lo rodean. Recuerde que el soldador alcanza temperaturas superiores a los 310 °C (700 °F) y la mayoría de las soldaduras contienen plomo, que es venenoso. Usted (o un amigo o mascota cercano) podría ser alcanzado sin querer por la soldadura que chisporrotea si encuentra alguna bolsa de aire u otra impureza en su carrete. Una pequeña gota de soldadura que le golpee en el ojo o un soldador que caiga sobre su pie descalzo puede arruinar un día, una parte del cuerpo y una amistad.

Prepare su área de trabajo, y a usted mismo, teniendo en cuenta la seguridad al soldar. Asegúrese de que la habitación esté bien ventilada, de que el soldador esté bien colocado en su soporte y de que el cable eléctrico esté bien colocado para evitar enganches. Use zapatos (¡no chanclas!), gafas de seguridad y una pulsera antiestática al soldar. Evite acercar demasiado la cara a la soldadura caliente, ya que puede irritar el sistema respiratorio y posiblemente chisporrotear. Mantenga la cara a un lado y, si es necesario, use una lupa para ver los pequeños componentes que está soldando.

¡Nunca suelde un circuito con corriente! Asegúrese de que la batería u otra fuente de alimentación esté desconectada antes de usar el soldador en los componentes. Si su soldador tiene control de temperatura ajustable, ajuste la temperatura recomendada para la soldadura que esté usando. Y si su soldador se estropea accidentalmente, *retroceder* y déjalo caer. Si intentas agarrarlo, la ley de Murphy dice que agarrarás el extremo caliente.

Por último, desenchufe siempre el soldador cuando haya terminado y lávese inmediatamente las manos.

Creando un circuito permanente

Has perfeccionado el mejor circuito del mundo y quieres que sea permanente. La forma más común de transferir tu circuito y lograr conexiones duraderas es usar una placa perforada. *placa perforada* Es un tipo simple de placa de circuito impreso (PCB) diseñada para la creación de prototipos.

En esta sección, explico qué es una PCB y analizo diferentes tipos de placas perforadas.

Explorando una placa de circuito impreso

La mayoría de las placas de circuitos impresos constan de una capa no conductora (generalmente de plástico), conocida como *sustrato,* Con interconexiones de cobre en uno o ambos lados. (Muchas PCB de resistencia industrial contienen múltiples capas, con componentes integrados en el sustrato). Existen dos tipos de interconexiones de cobre: *almohadillas,* que son pequeños círculos de cobre a los que se les sueldan los cables de los componentes, y *rastros,* que son recorridos cortos de cobre que, como cables, crean conexiones entre pads.

Los PCB vienen en dos variedades básicas:

- ✓ **Agujero pasante:** Estas PCB contienen orificios pretaladrados rodeados de almohadillas de cobre en uno o ambos lados de la placa. Los orificios están espaciados 0,1 pulgadas para alojar tanto circuitos integrados como componentes discretos. Los componentes discretos, como resistencias, diodos y condensadores, se montan en un lado de la placa insertando sus terminales en los orificios, soldándolos a las almohadillas de cobre del otro lado y luego recortándolos. Los circuitos integrados se pueden montar directamente en la placa o *Zócalos de CI* a la placa y luego inserte el IC en el zócalo.
- ✓ **Montaje en superficie:** Estas PCB son sólidas (sin agujeros). Componentes de montaje superficial especialmente diseñados, que no se parecen en nada a sus homólogos con orificios pasantes, se montan y fijan a un lado de la placa. La tecnología de montaje superficial (SMT), que incluye las placas y los componentes, está diseñada para circuitos de alta densidad y procesos de ensamblaje automatizado de circuitos a gran escala.

Aunque se pueden encontrar componentes SMT y placas de pruebas para prototipos compatibles con SMT, trabajar con ellos es complicado porque los componentes son diminutos, sus terminales son aún más diminutos y es difícil mantenerlos en su lugar durante la soldadura. Por eso recomiendo usar placas perforadas, que son placas con orificios pasantes relativamente económicas, diseñadas específicamente para prototipado.

Fabricación de placas de circuitos con circuitos integrados plug-and-play

Al construir placas de circuitos que incluyan circuitos integrados, utilice un zócalo para circuito integrado en lugar de soldarlo directamente a la placa. Suelde el zócalo a la placa, conecte el circuito integrado y pulse el interruptor.

Los zócalos para circuitos integrados vienen en diferentes formas y tamaños para adaptarse a los circuitos integrados con los que están diseñados. Por ejemplo, si tiene un circuito integrado de 16 pines, elija un zócalo de 16 pines.

A continuación se muestran algunas buenas razones para utilizar sockets:

- ✓ **Soldar una placa de circuito puede generar estática.**Al soldar al zócalo en lugar de al IC real, puede evitar arruinar el CMOS u otros IC sensibles a la estática.
- ✓ **Los circuitos integrados suelen ser de las primeras cosas que fallan cuando estás experimentando con dispositivos electrónicos.**Tener la opción de extraer un chip que sospecha que está defectuoso para poder reemplazarlo por uno que funcione hace que la resolución de problemas sea mucho más fácil.
- ✓ **Puedes compartir un IC costoso, como un microcontrolador, entre varios circuitos.** Simplemente saque la pieza de un enchufe y conéctela a otro.

Hay zócalos disponibles en todos los tamaños para adaptarse a las diferentes disposiciones de pines de los circuitos integrados. Son económicos: solo unos pocos centavos por zócalo.

Reubicación de su circuito en una placa perforada

Las placas perforadas son circuitos impresos con orificios pretaladrados dispuestos en cuadrículas para su uso en la creación de prototipos. La mayoría de las placas perforadas contienen pistas y contactos de cobre. Puede encontrar una variedad de placas perforadas de una y dos caras en su proveedor de electrónica local o en línea. La Figura 15-8 muestra una pequeña muestra de placas perforadas. Hay disponibles otras formas y tamaños, incluyendo placas preimpresas redondas de diferentes diámetros y placas perforadas sin conexiones de cobre.

Algunas placas perforadas se diseñan como una placa de pruebas sin soldadura, con múltiples orificios conectados en las regletas de terminales y bus. Por ejemplo, la placa que se muestra en la esquina inferior izquierda de la Figura 15-8 tiene la misma geometría que una placa de pruebas sin soldadura de 550 orificios.

A veces llamado*placas de pruebas soldables,*Estas placas perforadas permiten transferir el circuito de una placa de pruebas sin soldadura a una placa perforada fácilmente, ya que no es necesario modificar el diseño. Simplemente se extraen las piezas de la placa de pruebas sin soldadura, se insertan en los orificios correspondientes, se sueldan los cables a las almohadillas de cobre y se recortan. Se utilizan cables aislados de la misma forma que en la placa de pruebas sin soldadura original: para conectar componentes que no están conectados eléctricamente mediante las tiras metálicas de la placa perforada, soldándolos en su lugar. La desventaja de usar placas de pruebas soldables es que desperdician espacio.

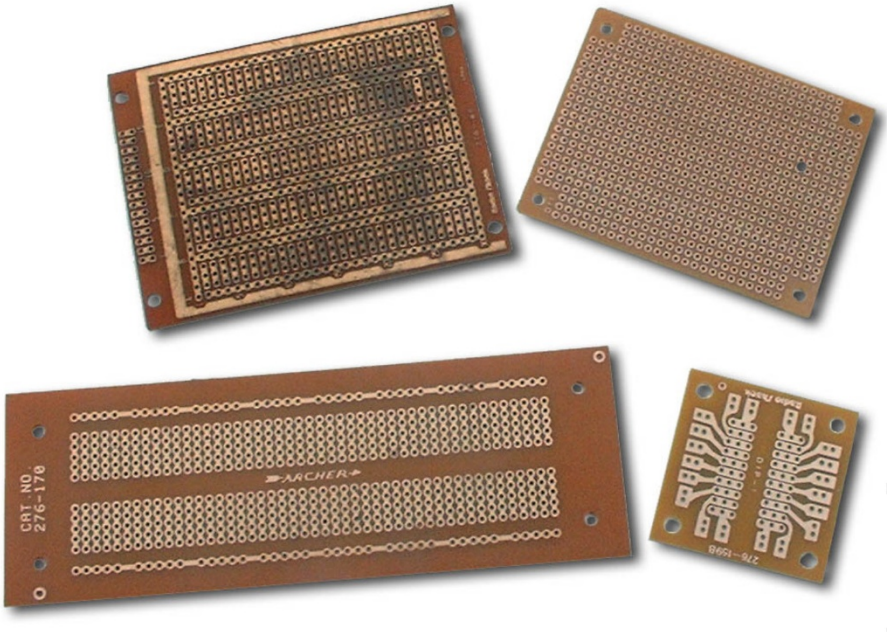


Figura 15-8: Existe una variedad de placas perforadas para construir circuitos permanentes. Simplemente limpie la placa (si es necesario) y añada componentes electrónicos.

Otras placas perforadas de uso general consisten en orificios pretaladrados espaciados a intervalos regulares en una cuadrícula cuadrada o rectangular. Hay diferentes diseños de placas perforadas disponibles. Usted elige el diseño de cuadrícula que mejor se adapte a sus necesidades. Por ejemplo, si su circuito utiliza muchos circuitos integrados, elija un modelo con buses que recorran la placa, como el que se muestra en la Figura 15-9. (Alternar los buses de alimentación y tierra también ayuda a reducir los efectos inductivos y capacitivos indeseables). Si necesita ahorrar espacio, construya su circuito con una placa perforada sin ensamblar y *cableado punto a punto,* en el que se pasan los cables de los componentes a través de los orificios y se sueldan los componentes directamente entre sí.

Si diseña un circuito pequeño, puede usar solo la mitad de una placa perforada. Antes de transferir los componentes, corte la placa con una sierra para metales y use una máscara protectora para evitar respirar el polvo que produce la sierra. Limpie la parte de la placa que desea usar y suelde. Algunas PCB preimpresas están rayadas, por lo que puede simplemente partir la placa para crear dos o cuatro placas más pequeñas.

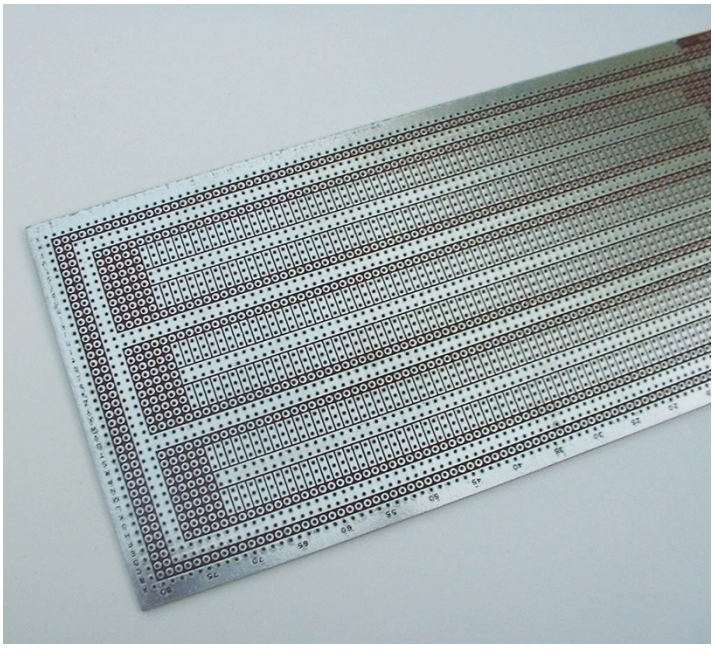


Figura 15-9: Varios buses suben y bajan por esta placa perforada, lo que resulta muy adecuado para circuitos que utilizan varios circuitos integrados.

Muchas placas perforadas vienen con orificios de montaje en las esquinas para que puedas fijarlas dentro de cualquier carcasa que proporcione tu proyecto (como el chasis de un robot). Si tu placa perforada no tiene orificios de montaje, puedes dejar espacio en los bordes para taladrar agujeros. Como alternativa, puedes fijar la placa a un marco o dentro de una carcasa con cinta de espuma de doble cara. La cinta amortigua la placa y evita que se rompa, y el grosor de la espuma evita que la parte inferior de la placa toque el chasis.

Fabricación de una placa de circuito personalizada

Una vez que adquieras experiencia en el diseño y la construcción de proyectos electrónicos, quizás quieras pasar al gran nivel y crear tu propia placa de circuito personalizada, adaptada a un diseño de circuito específico. Puedes crear (sí, crear) tu propia PCB personalizada, al igual que los fabricantes de electrónica. Las PCB son fiables, robustas, permiten circuitos de mayor densidad y te permiten incluir componentes de tamaño no estándar que podrían no encajar en otros tipos de placas de circuito.

Fabricar una placa de circuito impreso es un proceso bastante complejo (y está fuera del alcance de este libro), pero aquí te explicamos algunos de los pasos involucrados:

1. Se fabrica una PCB en blanco pegando o laminando una lámina fina de cobre, conocida como *revestimiento,* Sobre la superficie de una base de plástico, epoxi o fenólica. Esto crea una especie de "lienzo en blanco" para la creación de un circuito.
2. Prepara una máscara del diseño de tu circuito, transfiérela a una película transparente y use la máscara para exponer una lámina de cobre sensibilizado a una luz ultravioleta fuerte.
3. Sumerge la hoja sensibilizada y expuesta en un químico revelador, lo que produce un patrón (llamado *patrón de resistencia*) del diseño de la placa de circuito.
4. Se forma el diseño del circuito grabando las partes del cobre no protegidas por la resistencia, dejando solo el diseño del circuito impreso, que consta de *almohadillas* (puntos de contacto para componentes) y *rastros* (interconexiones).
5. Perfora agujeros en el centro de cada almohadilla para poder montar los componentes en la parte superior de la placa con cables pasando por los agujeros.
6. Por último, suelda cada cable del componente a los pads de la placa.

Para saber exactamente cómo hacer tu propia PCB, puedes buscar en Internet con las siguientes palabras clave: *hacer placa de circuito impreso*—y encontrarás tutoriales, ilustraciones e incluso vídeos que explican el proceso con mucho detalle.

16

Dominando su multímetro para Circuitos de medida

En este capítulo

- Te presentamos a tu nuevo mejor amigo: tu multímetro
- Usando un multímetro para medir todo tipo de cosas.
- Configuración y calibración de su multímetro
- Asegurarse de que los componentes electrónicos funcionen correctamente
- Sondeando sus circuitos
- Identificar la causa de los problemas del circuito

Y Nuestra emoción crece a medida que das los últimos retoques a tu circuito. Con amigos cercanos a tu lado, expectantes ante la primera de tus ingeniosas hazañas electrónicas, contienes la respiración al encender el dispositivo y...

Nada. Al menos, nada al principio. Luego, decepción, desilusión e incredulidad a medida que tus amigos —y tu confianza— se retiran lentamente de la escena.

Te preguntas: "¿Qué podría estar mal?". Entonces lo notas: sale humo de lo que solía ser una resistencia. Y entonces te das cuenta de que usaste una resistencia de 10 Ω en lugar de una de 10 kΩ, confiando en tus ojos cansados y tu mente para leer e interpretar correctamente las rayas de la resistencia. ¡Uy!

En este capítulo, aprenderá a utilizar una herramienta versátil, el multímetro, para realizar comprobaciones importantes que salven las apariencias. En circuitos y componentes electrónicos. Estas pruebas te ayudan a determinar si todo está en orden antes de empezar a mostrar tus circuitos.

A amigos y familiares. Cuando termines de leer este capítulo, te darás cuenta de que tu multímetro es tan importante para ti como un tanque de oxígeno para un buzo: ambos pueden arreglárselas solos por un tiempo, pero tarde o temprano, sufrirán si no buscan ayuda.

Multitarea con un multímetro

A*multímetro*Es un dispositivo de prueba portátil y económico que mide voltaje, corriente y resistencia. Algunos también pueden probar diodos, condensadores y transistores. Con esta práctica herramienta, puede verificar voltajes correctos, comprobar si hay un cortocircuito, determinar si hay una rotura en un cable o conexión, y mucho más. Úselo con su multímetro, ya que le ayudará a asegurarse de que sus circuitos funcionen correctamente y es una herramienta invaluable para detectar problemas en los circuitos.

La Figura 16-1 muestra un multímetro típico de gama media. Se gira un dial para seleccionar el tipo de medición que se desea realizar. A continuación, se aplican las puntas metálicas de los dos cables de prueba (uno rojo y otro negro) a un componente o parte del circuito, y el multímetro muestra la medición resultante.

Figura 16-1: Los multímetros miden voltaje, resistencia, corriente y continuidad.

Las puntas de prueba del multímetro tienen puntas cónicas que se mantienen en contacto con el componente que se está probando. Puede adquirir pinzas de prueba especiales con resorte que se deslizan sobre las puntas, lo que facilita la conexión de las puntas a los cables del componente o a otros cables. (Vea la Figura 16-2). Estas pinzas de prueba aisladas garantizan una buena conexión entre las puntas y el componente que se está probando, a la vez que evitan el contacto accidental con otra parte del circuito.

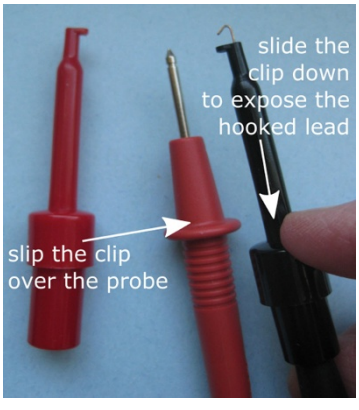


Figura 16-2: Los clips de prueba con resorte evitan el contacto accidental.

¡Es un voltímetro!

Los multímetros pueden medir voltajes de CC y CA, ofreciendo diversos rangos de medición de voltaje, desde 0 voltios hasta el voltaje máximo. Los rangos típicos de voltaje de CC son 0-0,25 V, 0-2,5 V, 0-10 V, 0-50 V y 0-250 V.

Usando su multímetro como *voltímetro,* Puedes medir el voltaje de una batería fuera de un circuito o *bajo carga* (Es decir, cuando suministra energía a un circuito. También puede usar el multímetro con el circuito encendido si desea comprobar las caídas de voltaje en los elementos del circuito y, en general, los voltajes en varios puntos del circuito con respecto a tierra.

A menudo, puedes localizar con precisión un problema en tu circuito usando un multímetro. Este puede verificar si se suministra el voltaje correcto a un componente, como un diodo emisor de luz (LED) o un interruptor. Usas pruebas con multímetro para reducir el número de sospechosos hasta encontrar al culpable que te causa todos los dolores de cabeza.

Los voltímetros son tan importantes en electrónica que tienen su propio símbolo de circuito, que se muestra en la Figura 16-3, a la izquierda. Es posible que vea este símbolo con los cables en contacto en un circuito que haya leído en un sitio web o en un libro de electrónica. Indica que debe medir el voltaje en los dos puntos indicados.

Figura 16-3: Símbolos de circuitos para instrumentos de prueba comunes.

¡Es un amperímetro!

Su multímetro también funciona como un *amperímetro,* Dispositivo que mide la corriente eléctrica que circula por un circuito. Esta función del multímetro se utiliza para determinar si un circuito o componente consume demasiada corriente. Si el circuito recibe más corriente de la que está diseñado para soportar, los componentes podrían sobrecalentarse y dañar el circuito permanentemente.

El símbolo del circuito de un amperímetro se muestra en la Figura 16-3, en el centro.

¡Dios mío! ¡También es un ohmímetro!

Puede medir la resistencia de un componente individual o de un circuito completo (medido en ohmios, como se detalla en el Capítulo 5) con su multímetro funcionando como un *ohmímetro.* Esta función se utiliza para comprobar cables, resistencias, motores y muchos otros componentes. La resistencia se comprueba siempre con el circuito. *Sin energía.* Si el circuito está alimentado, la corriente que fluye a través de él puede invalidar las lecturas de resistencia o dañar el medidor.

El símbolo del circuito de un ohmímetro se muestra en la Figura 16-3, a la derecha.

Si está midiendo la resistencia de un componente individual, retírelo del circuito antes de probarlo. Si prueba una resistencia conectada a un circuito, obtendrá la resistencia equivalente entre dos puntos, que no es necesariamente la resistencia de la resistencia únicamente. (Consulte el Capítulo 5 para más información sobre la resistencia equivalente).

Dado que la resistencia, o incluso la ausencia de resistencia, puede revelar cortocircuitos y circuitos abiertos, puede usar su óhmetro para detectar problemas como roturas en cables y cortocircuitos ocultos entre componentes. Un cortocircuito genera una lectura de resistencia cero (o prácticamente cero) en el óhmetro; un circuito abierto genera una lectura de resistencia infinita. Si prueba la resistencia de un extremo a otro de un cable y obtiene una lectura infinita, sabrá que debe haber una rotura en algún punto a lo largo del cable. Estas pruebas se conocen como *pruebas de continuidad.*

Al medir la resistencia, puede saber si los siguientes elementos y conexiones del circuito funcionan correctamente:

- ✓ **Pusibles:** Un fusible quemado genera una lectura de resistencia infinita, lo que indica un circuito abierto.
- ✓ **Interruptores:** Un interruptor de encendido debe generar una lectura de resistencia cero (o baja); un interruptor de apagado debe generar una lectura infinita.

- ✓ **Trazas de la placa de circuito:** Una traza (línea) de cobre defectuosa en una placa de circuito impreso actúa como un cable roto y genera una lectura de resistencia infinita.
- ✓ **Uniones de soldadura:** Una mala unión de soldadura puede generar una lectura de resistencia infinita.

Muchos multímetros incluyen una función audible para comprobar la continuidad. Al girar el selector del multímetro a la posición de continuidad o tono, se oye un pitido cada vez que el multímetro detecta continuidad en un cable o conexión. Si el cable o la conexión no tienen continuidad, el multímetro permanece en silencio. El tono permite comprobar cómodamente un circuito completo sin tener que estar pendiente del multímetro.

Explorando multímetros

Los multímetros varían desde modelos portátiles básicos que cuestan menos de $10 hasta modelos para aficionados con numerosas funciones que cuestan entre $30 y más de $100, hasta sofisticados modelos industriales de sobremesa que cuestan más de $1000.

Incluso un multímetro de gama baja puede ayudarte a comprender qué sucede en los circuitos de bajo voltaje. Sin embargo, a menos que tengas poco dinero, es buena idea invertir un poco más en un multímetro para obtener más funciones; seguro que te resultarán útiles a medida que amplías tus conocimientos de electrónica.

Elegir un estilo: analógico o digital

La mayoría de los multímetros actuales, incluido el que se muestra en la Figura 16-1, son *multímetros digitales,* que proporcionan lecturas en una pantalla digital (numérica). También puede encontrar algunos modelos antiguos. *multímetros analógicos,* que utilizan una aguja para señalar una escala graduada. Puede ver un multímetro analógico en la Figura 16-4.

Figura 16-4: Este multímetro analógico de la década de 1980 utiliza una aguja para indicar el voltaje, la corriente y otros valores.

Usar un multímetro analógico puede ser un poco complicado. Tras seleccionar el tipo de prueba (tensión, corriente o resistencia) y el rango, debe correlacionar los resultados utilizando la escala adecuada en la carátula del multímetro y estimar la lectura a medida que la aguja se mueve. Es fácil obtener una lectura errónea, debido a divisiones de escala mal interpretadas, errores de cálculo mental o una visión incorrecta de dónde...

La aguja apunta. Además, las mediciones de resistencia son imprecisas porque la escala de medición se comprime con valores de resistencia altos.

Los multímetros digitales muestran cada resultado de medición como un número preciso, eliminando las conjeturas durante la lectura. La mayoría de los multímetros digitales portátiles tienen una precisión del 0,8 % para voltajes de CC; los multímetros de sobremesa, más costosos, son 50 veces más precisos. Muchos multímetros digitales también incluyen un*rango automático*Función que permite que el medidor se ajuste automáticamente para mostrar el resultado más preciso posible. Algunos tienen funciones de prueba especiales para verificar diodos, condensadores y transistores.

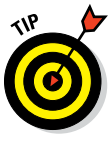
Los multímetros analógicos superan a los multímetros digitales cuando se trata de detectar*cambio*Lecturas. Pero si no necesita mucho esta función, lo mejor es conseguir un multímetro digital por su facilidad de uso y lecturas más precisas.

Observando más de cerca un multímetro digital

Todos los multímetros digitales realizan mediciones básicas de voltaje, resistencia y corriente. Se diferencian en el rango de valores que pueden medir, las mediciones adicionales que pueden realizar, la resolución y sensibilidad de las mediciones, y las funciones adicionales que incluyen.

Asegúrese de leer el manual del multímetro que compre. Contiene una descripción de las características y especificaciones, así como precauciones de seguridad importantes.

Esto es lo que encontrará cuando explore un multímetro digital:



- ✓ **Interruptor de encendido/batería/fusible:**El interruptor de encendido/apagado conecta y desconecta la batería que alimenta el multímetro. Muchos multímetros usan baterías estándar, como una de 9 voltios o AAA, pero los de bolsillo usan una batería de botón. La mayoría de los multímetros usan un fusible interno para protegerse contra corriente o voltaje excesivos; algunos incluyen un fusible de repuesto (si el suyo no lo tiene, compre uno).

  Evite utilizar baterías recargables en un multímetro; pueden producir resultados erróneos para algunos modelos.

- ✓ **Selector de funciones:**Gire esta perilla para seleccionar la prueba a realizar (voltaje, corriente, resistencia u otra) y, en algunos modelos, el rango que desea usar. Algunos multímetros son más versátiles que otros e incluyen una o más de las siguientes categorías: amperios de CA, capacitancia, ganancia de transistor (h) y prueba de diodos. Muchos multímetros dividen algunas categorías de medición en tres a seis rangos diferentes; cuanto menor sea el rango, mayor será la sensibilidad de la lectura. La Figura 16-5 muestra detalles de dos selectores de función.

Figura 16-5: Los multímetros digitales ofrecen una amplia variedad de opciones de medición.

- ✓ **Cables de prueba y receptáculos:** Los multímetros económicos incluyen cables de prueba básicos, pero puede adquirir cables en espiral de mayor calidad que se extienden varios metros y se retraen hasta una longitud manejable cuando no se utilizan. También puede adquirir cables con pinza de resorte (consulte la Figura 16-2). Algunos multímetros con cables de prueba extraíbles ofrecen más de dos receptáculos para los cables. Inserte el cable de prueba negro en el receptáculo etiquetado como GROUND o COM, pero el cable rojo puede insertarse en un receptáculo diferente según la función y el rango que seleccione. Muchos multímetros ofrecen entradas adicionales para probar condensadores y transistores, como se muestra en la foto de la izquierda de la Figura 16-5.
- ✓ **Pantalla digital:** La lectura se da en unidades especificadas por el rango seleccionado. Por ejemplo, una lectura de 15,2 significa 15,2 V si se ha seleccionado un rango de 20 V, o 15,2 milivoltios (mV) si se ha seleccionado un rango de 200 mV. La mayoría de los multímetros digitales diseñados para aficionados tienen lo que se llama un *Pantalla de 3½ dígitos:* Su lectura contiene tres o cuatro dígitos, donde cada uno de los tres dígitos más a la derecha puede ser cualquier dígito del 0 al 9, pero el cuarto dígito opcional (es decir, el dígito más a la izquierda, el más significativo) está limitado a 0 o 1. Por ejemplo, si se configura en un rango de 200 V, un multímetro de este tipo puede dar lecturas que van desde 00,0 V a 199,9 V.

Algunos modelos de multímetro no tienen un interruptor de encendido/apagado; en su lugar, la perilla selectora de funciones tiene una posición de apagado. Asegúrese de mover la perilla a la posición de apagado después de terminar de tomar medidas para no agotar la batería. Si insertó la punta de prueba roja en un receptáculo diferente para medir la corriente, asegúrese de volver a colocarla en el receptáculo que le permite medir el voltaje y la resistencia; si olvida hacerlo, podría dañar el multímetro.

Apuntando al rango

Muchos multímetros digitales (y la mayoría de los analógicos) requieren que se seleccione el rango para que el medidor pueda realizar una medición precisa. Por ejemplo, si se mide el voltaje de una batería de 9 V, se ajusta el rango al valor más cercano (pero superior) a 9 V. Para la mayoría de los multímetros, esto significa seleccionar el rango de 20 V o 50 V.

Si selecciona un rango demasiado grande, la lectura que obtenga no será tan precisa. (Por ejemplo, en una configuración de rango de 20 V, su batería de 9 V puede producir una lectura de 8,27 V, pero en una configuración de rango de 200 V, la misma batería produce una lectura de 8,3 V. A menudo se necesita la mayor precisión posible en las lecturas).

Si selecciona un rango demasiado pequeño, un multímetro digital generalmente muestra un *indicador de sobrerango*(Por ejemplo, un 1 intermitente, OL u OF), mientras que la aguja de un medidor analógico se sale de la escala, lo que podría dañar la precisión de su movimiento (así que asegúrese de comenzar con un rango amplio y reducirlo si es necesario). Si ve un indicador de sobrerrango al probar la continuidad, significa que la resistencia es tan alta que el medidor no puede registrarla; es bastante seguro asumir que se trata de un circuito abierto.

La función de rango automático de muchos multímetros digitales facilita aún más la obtención de lecturas precisas. Por ejemplo, para medir voltaje, configure la función del multímetro en voltios (CC o CA) y realice la medición. El multímetro selecciona automáticamente el rango que produce la lectura más precisa. Si ve un indicador de sobrerrango, significa que el valor es demasiado alto para ser medido por el multímetro. Los multímetros con rango automático no requieren ajustes de rango, por lo que sus diales son mucho más sencillos.

Algunos multímetros con rango automático tienen una función de anulación manual del rango. El multímetro que se muestra en la foto de la derecha en la Figura 16-5 contiene un botón "Rango" que, al presionarlo, recorre cinco opciones de rango manual. Debe interpretar cuidadosamente la pantalla para determinar qué rango ha seleccionado.

Hay un límite a lo que un multímetro puede probar. A ese límite lo llamamos...*alcance máximo.*La mayoría de los multímetros domésticos tienen aproximadamente el mismo rango máximo de voltaje, corriente y resistencia. Para su afición a la electrónica, cualquier multímetro con los siguientes rangos máximos (o superiores) debería funcionar perfectamente:

Voltios de CC:1.000 voltios

Voltios de CA:500 voltios

Corriente continua:200 mA (miliamperios)

Resistencia:2 MΩ (dos megaohmios o 2 millones de ohmios)

¿Qué pasa si necesitas probar corrientes más altas?

La mayoría de los multímetros digitales limitan las mediciones de corriente a menos de un amperio. Un multímetro digital típico tiene un rango máximo de 200 miliamperios. Intentar medir corrientes considerablemente mayores puede provocar que se funda el fusible del multímetro. Muchos multímetros analógicos, especialmente los más antiguos, admiten lecturas de corriente de 5 o 10 amperios como máximo.

Puede resultarle útil contar con medidores analógicos que toleren una entrada de alto amperaje si está probando motores y circuitos que consumen mucha corriente. Si solo tiene un medidor digital con una entrada de miliamperios limitada, aún puede medir corrientes más altas indirectamente usando una resistencia de baja resistencia y alta potencia. Para ello, coloque una resistencia de 1 Ω y 10 vatios en serie con su circuito, de modo que la corriente que desea medir pase por esta resistencia de prueba. Luego, use el multímetro como voltímetro, midiendo la

La tensión que cae en la resistencia de 1 Ω. Finalmente, se aplica la Ley de Ohm para calcular la corriente que fluye a través de la resistencia de prueba, como se indica a continuación:

$$actual = \frac{Voltaje}{resistencia} = \frac{V}{1\Omega}$$

Dado que el valor nominal de la resistencia es de 1 Ω, la corriente (en amperios) que circula por ella tiene aproximadamente el mismo valor que el voltaje (en voltios) medido a través de ella. Tenga en cuenta que, en la práctica, el valor de la resistencia no será exactamente de 1 Ω, por lo que la lectura puede tener una diferencia de entre un 5 % y un 10 %, dependiendo de la tolerancia de la resistencia y la precisión del multímetro. Para obtener un resultado más preciso de la medición de corriente, primero mida la*actual*La resistencia de su resistencia de 1 Ω y luego úsela en el cálculo de la corriente. (Puede repasar la Ley de Ohm en el Capítulo 6).

Configuración de su multímetro

Antes de probar sus circuitos, asegúrese de que su multímetro funcione correctamente. Cualquier fallo le dará resultados incorrectos, y puede que ni siquiera se dé cuenta. Para probar su multímetro, siga estos pasos:

1. **Asegúrese de que las sondas de prueba en el extremo de los cables de prueba estén limpias y completamente atornilladas.**

   Las sondas de prueba sucias o corroídas pueden causar resultados inexactos. Utilice un limpiador de contactos electrónicos para limpiar ambos extremos de las sondas de prueba y, si es necesario, los conectores del medidor.

2. **Encienda el medidor y márquelo en ohmios (Ω) configuración.** Si el medidor

   no tiene rango automático, configúrelo en ohmios bajos.

3. **Conecte ambas sondas de prueba a los conectores adecuados del medidor y luego toque los extremos de las dos sondas (consulte la Figura 16-6).**

   Evite tocar los extremos de las puntas de prueba metálicas con los dedos mientras realiza la prueba del medidor. La resistencia natural de su cuerpo puede afectar la precisión del medidor.

4. **El medidor debe indicar 0 (cero) ohmios o un valor muy cercano a ese valor.**

   Si su medidor no tiene función de cero automático, busque el botón de ajuste (o ajuste a cero) que debe presionar. En medidores analógicos, gire la perilla de ajuste a cero hasta que la aguja marque 0 (cero). Mantenga las puntas de prueba en contacto y espere uno o dos segundos a que el medidor se ponga a cero.

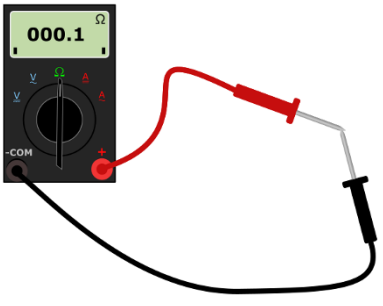


Figura 16-6: Toque las sondas de prueba del medidor y verifique que la lectura sea de cero ohmios para asegurarse de que el medidor esté funcionando correctamente.

5. **Si no obtiene ninguna respuesta del medidor cuando toca las sondas de prueba, vuelva a verificar la configuración del dial del medidor.**

   No pasa nada si tienes la
   El medidor está configurado para registrar voltaje o corriente. Si se asegura de que el medidor esté configurado correctamente y aún así no responde, es posible que tenga cables de prueba defectuosos. Si es necesario, repare o reemplace los cables de prueba defectuosos con un juego nuevo.

Puedes considerar el medidor *calibrado* cuando lee cero ohmios con las sondas de prueba *cortocircuito entre sí* (Manténgalas juntas de modo que se toquen). Realice esta prueba cada vez que use el medidor, especialmente si lo apaga entre pruebas.

Si su multímetro tiene una configuración de continuidad, no la use para calibrarlo. El tono puede sonar cuando el multímetro lee pocos ohmios, lo que no le proporciona la precisión necesaria. Recalibre el multímetro usando la configuración de ohmios, y no la de continuidad, para asegurar un funcionamiento correcto.

Operación de su multímetro

Cuando usa su multímetro para probar y analizar circuitos, debe considerar qué configuraciones marcar, si está probando componentes individualmente o como parte de un circuito, si el circuito debe encenderse o no y dónde coloca los cables de prueba (en serie o en paralelo con lo que esté probando).

Piense en su multímetro como un componente electrónico de su circuito (porque, en cierto modo, lo es). Si desea medir voltaje, su multímetro debe estar ubicado *en paralelo* Con la sección del circuito que estás midiendo, porque los voltajes en las ramas paralelas de un circuito son los mismos. Si quieres medir la corriente, tu medidor debe estar ubicado *en serie* Con la sección del circuito que se está midiendo, ya que los componentes de un circuito en serie conducen la misma corriente. (Puede leer sobre conexiones en serie y en paralelo en el Capítulo 4).

En las siguientes secciones, explico cómo usar su multímetro para medir voltaje, corriente y resistencia en el circuito simple de resistencia-LED (diodo emisor de luz) que ve en la Figura 16-7.

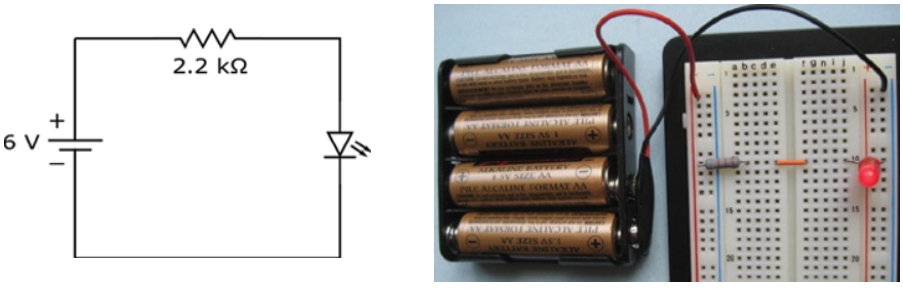


Figura 16-7: Un circuito simple de resistencia-LED.

Si decides construir el circuito de resistencia-LED y probar tu multímetro, estas son las piezas que necesitas:

- ✓ Cuatro pilas AA de 1,5 voltios
- ✓ Un soporte para cuatro pilas (para pilas AA)
- ✓ Un clip de batería
- ✓ Una resistencia de 2,2 kΩ y 1/4 de vatio (mínimo) (rojo-rojo-rojo)
- ✓ Un LED rojo (de cualquier tamaño; yo uso 5 mm)
- ✓ Una placa de pruebas sin soldadura
- ✓ Un cable puente corto

Consulta la foto de la Figura 16-7 mientras construyes el circuito. Asegúrate de orientar el LED de modo que su cable más corto esté conectado al polo negativo de la batería. Puedes encontrar información sobre cómo construir circuitos con una placa de pruebas sin soldadura en el Capítulo 15.

Lo más importante que hay que recordar sobre las placas de pruebas sin soldadura es que tienen conexiones eléctricas internas. Por ejemplo, los cinco orificios de la fila 10, columnas a a e, están conectados entre sí; los cinco orificios de la fila 10, columnas f a j, están conectados entre sí. Y todos los orificios de cada placa...*carril de potencia*(Las columnas etiquetadas como + y – están conectadas entre sí, pero los cuatro rieles de alimentación no están conectados entre sí.

Medición de voltaje

Para examinar los niveles de voltaje —es decir, la caída de voltaje desde un punto del circuito a tierra— en todo el circuito con un multímetro, el circuito debe estar energizado. Se puede medir el voltaje en casi cualquier punto del circuito. A continuación, se explica cómo medir el voltaje:

1. **Seleccione el tipo de voltaje (CA o CC).**

   En el caso de nuestro circuito LED-resistor, seleccione voltios CC.

2. **Si su multímetro no tiene rango automático, elija el rango que le brinde la mayor sensibilidad.**

   Si no está seguro de qué rango seleccionar, comience con el más amplio y redúzcalo posteriormente si la medición se encuentra en un rango inferior. En el circuito de resistencia-LED (consulte la Figura 16-7), la tensión máxima que puede medir es igual a la tensión de alimentación, que nominalmente es de 6 V. Seleccione un rango de 10 V o 20 V (es decir, 0-10 V o 0-20 V), según la capacidad de su multímetro.

3. **Mida un nivel de voltaje.**

   Conecte el cable negro a la conexión a tierra del circuito y el cable rojo al punto del circuito que desea medir. Esto coloca el multímetro en paralelo con la caída de tensión desde un punto del circuito a tierra.

4. **Mida la caída de tensión en un componente del circuito (por ejemplo, una resistencia o un LED).**

   Conecte el cable negro a un lado del componente y el cable rojo al otro. Esto coloca el multímetro en paralelo con la caída de tensión que desea medir.

   Si conecta el cable negro al lado más negativo del componente (es decir, el lado más cercano al negativo de la batería) y el cable rojo al lado más positivo, el multímetro registrará voltios positivos. Si conecta los cables al revés, registrará voltios negativos.

Consulte la Figura 16-8 para ver ejemplos del uso de un multímetro para medir dos caídas de tensión diferentes en el circuito de resistencia-LED. En la imagen de la izquierda, el multímetro mide la tensión que alimenta todo el circuito, por lo que el multímetro indica 6,4 V. (Tenga en cuenta que las pilas nuevas que uso suministran una tensión superior a la nominal). En la imagen de la derecha, el multímetro mide la caída de tensión en el LED, que es de 1,7 V.

En algunos circuitos, como los que manejan señales de audio, los voltajes pueden cambiar tan rápidamente que su multímetro puede no ser capaz de seguir el ritmo. *oscilaciones de voltaje* Para probar señales que cambian rápidamente, necesita una sonda lógica (solo para señales digitales) o un osciloscopio.

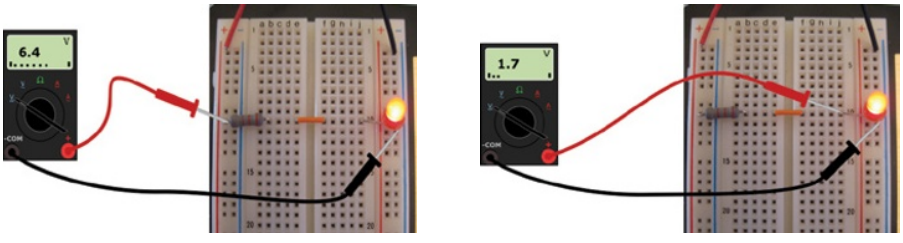


Figura 16-8: Medición de caídas de tensión en un circuito resistencia-LED.

Medición de corriente

Para medir la corriente, conecta el multímetro de forma que la misma corriente que quieres medir pase por él cuando se enciende el circuito. En otras palabras, debes insertar el multímetro en el circuito.*en serie con*El componente que desea medir la corriente. Esta configuración, como se muestra en la Figura 16-9, es diferente a la del voltímetro.

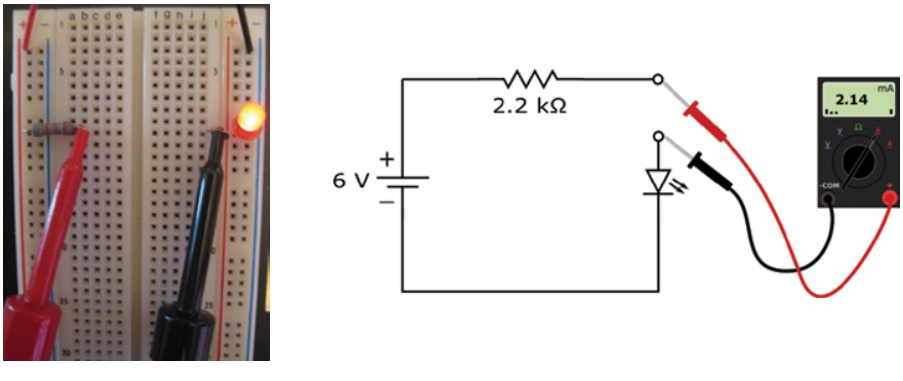


Figura 16-9: Para medir la corriente, conecte el medidor en serie con el circuito o componente.

Estos son los pasos a seguir para medir la corriente:

1. **Seleccione el tipo de corriente (CA o CC).**

   En el caso de nuestro circuito LED-resistor, seleccione amperios CC.

2. **Si su multímetro no tiene rango automático, elija el rango que le brinde la mayor sensibilidad.**

   Si no está seguro de qué rango de corriente seleccionar, comience con el rango más amplio y redúzcalo más adelante si la medición cae dentro de un rango inferior.

Rango. Dado que la corriente que pasa por la mayoría de los circuitos electrónicos se mide en miliamperios (mA), puede comenzar con un rango de 200 mA y reducirlo a 20 mA si la lectura es inferior. Para el circuito de resistencia-LED (consulte la Figura 16-9), seleccione un rango de 10 mA o 20 mA, según la capacidad de su multímetro.

3. **Interrumpa el circuito en el punto donde desea medir la corriente.**

   Conecte el cable negro del multímetro al polo negativo del circuito y el cable rojo al polo positivo. Esto conecta el multímetro en serie con el componente que desea medir la corriente.

En el circuito de resistencia-LED (consulte la Figura 16-7), la corriente solo tiene una vía de paso, por lo que se puede interrumpir el circuito entre dos componentes cualesquiera. Una forma de interrumpir el circuito es retirar el puente que conecta la resistencia al LED. Para medir la corriente, conecte el cable negro del multímetro al LED y el cable rojo del multímetro a la resistencia, como se muestra en la Figura 16-9.

En un circuito con ramas en paralelo, la corriente se divide en cada una*nodo*(La conexión entre las ramas. Para medir la corriente que fluye por una de las ramas, se interrumpe el circuito dentro de esa rama e inserta los cables del medidor para reconectarlo. Para medir la corriente total que consume un circuito completo, se insertan los cables del medidor en serie con la fuente de alimentación positiva.

Tenga en cuenta que muchos medidores digitales se limitan a medir corrientes de 200 mA o menos. Tenga cuidado: No mida corrientes mayores si su medidor no está equipado para ello. Nunca deje el multímetro en posición de amperímetro después de medir la corriente. Podría dañarlo. Acostúmbrese a apagar el multímetro inmediatamente después de realizar una prueba de corriente.

¡No pierdas la paciencia!

Muchos medidores analógicos y digitales ofrecen una entrada independiente (receptáculo de cable de prueba) para medir la corriente, generalmente marcada como A (para amperios) o mA (para miliamperios). Algunos multímetros ofrecen una entrada adicional para medir corrientes más altas, normalmente de hasta 10 o 20 amperios. El multímetro que se muestra a la izquierda en la Figura 16-5

Tiene dos entradas para probar la corriente, etiquetadas como mA y 20A.

Asegúrese de seleccionar la entrada adecuada *antes* Al realizar cualquier medición de corriente. Olvidar este paso podría quemar un fusible (con suerte) o dañar el medidor (con mala suerte).

Medición de la resistencia

Puedes realizar muchas pruebas diferentes usando tu multímetro como óhmetro para medir la resistencia. Obviamente, puedes probar resistencias para comprobar sus valores o ver si están dañadas, pero también puedes examinar condensadores, transistores, diodos, interruptores, cables y otros componentes con el óhmetro. Sin embargo, antes de medir la resistencia, asegúrate de calibrar el óhmetro (como se describe en la sección anterior "Configuración del multímetro").

Si su multímetro tiene funciones específicas para probar condensadores, diodos o transistores, le recomiendo usarlas en lugar de los métodos que explico en las siguientes secciones. Sin embargo, si tiene un multímetro básico sin estas funciones, estos métodos pueden ayudarle.

Prueba de resistencias

*Resistencias*Son componentes que limitan la corriente a través de un circuito. (Consulte el Capítulo 5 para obtener más detalles). A veces, es necesario verificar que el valor de resistencia nominal marcado en el cuerpo de una resistencia sea preciso, o puede que desee investigar si una resistencia de aspecto sospechoso con un centro abultado y quemaduras de tercer grado se ha estropeado.

Para probar una resistencia con un multímetro, siga estos pasos:

1. **Apague el dispositivo antes de tocar el circuito y luego desconecte la resistencia que desea probar.**
2. **Configure su multímetro para leer ohmios.**

   Si no tiene un medidor de rango automático, comience con un rango alto y disminuya el rango según sea necesario.
3. **Coloque los cables de prueba a cada lado de la resistencia.**

   No importa qué cable de prueba se coloca en qué lado de la resistencia, porque a las resistencias no les importa la polaridad.

   Tenga cuidado de no tocar con los dedos las puntas metálicas de los cables de prueba ni los cables de la resistencia. Si los toca, añadirá la resistencia de su cuerpo a la lectura, lo que producirá un resultado inexacto.

La lectura de resistencia debe estar dentro del rango de tolerancia del valor nominal marcado en la resistencia. Por ejemplo, si prueba una resistencia con un valor nominal de 1 kΩ y una tolerancia del 10 %, la lectura de prueba debe estar entre 900 y 1100 Ω. Una resistencia defectuosa puede estar completamente abierta por dentro (en cuyo caso, la lectura podría ser infinita), estar en cortocircuito (en cuyo caso, la lectura sería de cero Ω) o tener un valor de resistencia fuera del rango de tolerancia indicado.

Prueba de potenciómetros

Al igual que con una resistencia, puedes probar una*potenciómetro,*o*olla*—que es una resistencia variable, usando la configuración de ohmios del multímetro. (Para más información sobre potenciómetros, consulte el Capítulo 5).

Aquí te explicamos cómo hacer la prueba:

1. Apague el dispositivo antes de tocar el circuito y luego retire el potenciómetro.

2. Configure su multímetro para leer ohmios.

Si no tiene un medidor de rango automático, comience con un rango alto y disminuya el rango según sea necesario.

3. Coloque los cables de prueba en dos de los cables del potenciómetro.

Dependiendo de dónde coloques los cables, puedes esperar uno de estos resultados:

- Con los cables del medidor aplicados a un extremo fijo (punto 1) y el *limpiaparabrisas,*o cable variable (punto 2), como se muestra en la Figura 16-10, al girar el eje del dial en una dirección aumenta la resistencia y al girar el eje del dial en la otra dirección disminuye la resistencia.
- Con los cables del medidor aplicados al limpiaparabrisas (punto 2) y el otro extremo fijo (punto 3), ocurre la variación de resistencia opuesta.
- Si conecta los cables del medidor a ambos extremos fijos (puntos 1 y 3), la lectura que obtenga debe ser la resistencia máxima del potenciómetro, sin importar cómo gire el eje del dial.

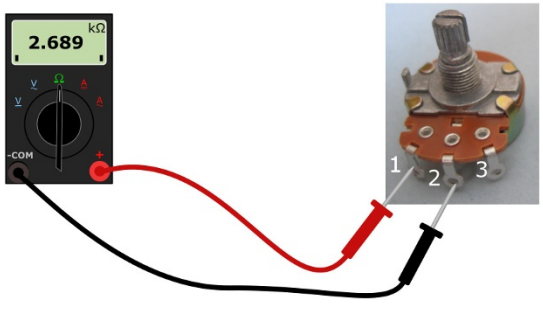


Figura 16-10: Conecte los cables de prueba a los terminales primero y central, centro y tercero, y primero y tercer del potenciómetro.

Al girar el eje del potenciómetro, observe cualquier cambio repentino en la resistencia, ya que esto podría indicar una falla interna. Si detecta alguna falla, reemplácela por una nueva.

Prueba de condensadores

Usas un*condensador*Almacenar energía eléctrica durante un corto periodo de tiempo. (Para información sobre condensadores, consulte el Capítulo 7). Si su multímetro no tiene una función para probar condensadores, puede usarlo en la configuración de ohmímetro para decidir si debe reemplazar un condensador.

A continuación se explica cómo probar un condensador:

1. Antes de probar un capacitor, asegúrese de descargarlo para eliminar toda la energía eléctrica del mismo.

Los condensadores grandes pueden conservar la carga durante largos períodos de tiempo, incluso después de cortar la alimentación.

Para descargar un capacitor, se cortocircuitan sus terminales a través de un cable aislado.*jersey de sangrado*(Como se muestra en la Figura 16-11, que consiste simplemente en un cable con una resistencia grande (de 1 MΩ o 2 MΩ) conectada. La resistencia evita que el condensador se cortocircuite, lo que lo inutilizaría.

2. Retire el puente de purga.

3. Ajuste el multímetro a ohmios y toque los cables de prueba con los cables del capacitor.

Los condensadores no polarizados no se conectan correctamente, pero si se prueba un condensador polarizado, conecte el cable negro al terminal negativo del condensador y el cable rojo al terminal positivo. (El capítulo 7 explica cómo determinar la polaridad de un condensador).

4. Espere uno o dos segundos y luego anote la lectura.

Obtendrás uno de estos resultados:

- Un buen capacitor muestra una lectura de infinito cuando se realiza este paso.
- Una lectura cero puede significar que el capacitor está en cortocircuito.
- Una lectura entre cero e infinito podría ser indicativa de un capacitor con fugas, que está perdiendo su capacidad de mantener una carga.

Esta prueba no le indica el valor de capacitancia ni si el capacitor está abierto, lo que puede suceder si el componente se daña estructuralmente en el interior o si su*dieléctrico*(El material aislante se seca o presenta fugas. Un condensador abierto registra una lectura de ohmios infinitos, igual que un condensador en buen estado. Para una prueba concluyente, utilice un multímetro con función de prueba de condensadores.

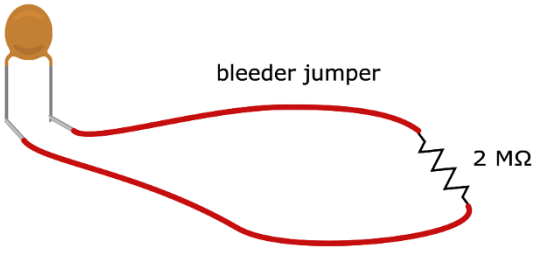


Figura 16-11: Compre o fabrique un puente de purga, que se utiliza para drenar el exceso de carga de un capacitor.

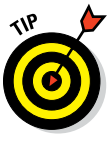
Prueba de diodos

A*diodo*Es un componente semiconductor que actúa como un valor unidireccional para la corriente. (Para obtener más información sobre los diodos, consulte el Capítulo 9). Si su multímetro no tiene una configuración de comprobación de diodos, puede usar la configuración de ohmios para probar la mayoría de los tipos de diodos.

Para probar un diodo, siga estos pasos:

1. **Configure su medidor en un rango de resistencia de valor bajo.**
2. **Conecte el cable negro al cátodo del diodo (lado negativo, con una raya) y el cable rojo a su ánodo (lado positivo).**

   El multímetro debe mostrar una resistencia baja.
3. **Invierta los cables y debería obtener una lectura de resistencia infinita.**



Si no está seguro de qué extremo de un diodo está arriba, puede usar su multímetro para identificar el ánodo y el cátodo. Realice pruebas de resistencia con los cables conectados en un sentido y luego en el otro. Para la lectura de resistencia más baja, conecte el cable rojo al ánodo y el cable negro al cátodo.

Prueba de transistores

A*transistor bipolar*es esencialmente dos diodos en un paquete, como se ilustra en la Figura 16-12. (Para un transistor PNP, ambos diodos están invertidos). Si su multímetro no tiene una función de verificación de transistores ni una función de verificación de diodos, puede usar la configuración de ohmios para probar la mayoría de los transistores bipolares, de la misma manera que prueba diodos: configura su medidor en un rango de resistencia de valor bajo y prueba cada diodo dentro de su transistor, uno por uno.

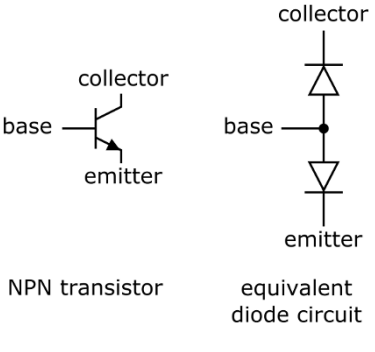


Figura 16-12: Un transistor bipolar es como dos diodos en un paquete.

Utilice la siguiente prueba*solo*Con transistores bipolares. Probar con un multímetro puede dañar permanentemente algunos tipos de transistores, especialmente los transistores de efecto de campo (FET). Si no está seguro del tipo de transistor que tiene, búsquelo en una hoja de datos antes de probarlo. A menudo puede encontrar la hoja de datos buscando en internet el número de identificación del componente; por ejemplo, podría buscar*(Hoja de datos 2N3906).*

Si está probando un transistor NPN (como el que se muestra en la Figura 16-12), siga estos pasos:

1. **Configure su medidor en un rango de resistencia de valor bajo.**
2. **Conecte el cable negro al colector del transistor y el cable rojo a la base.**

   El multímetro debe mostrar una resistencia baja.
3. **Invierta los cables.**

   Debería obtener una lectura de resistencia infinita.
4. **Conecte el cable negro al emisor y el cable rojo a la base.** El

   medidor debe mostrar una resistencia baja.
5. **Invierta los cables.**

   El medidor debe mostrar una resistencia infinita.

Para un transistor PNP, las lecturas deben ser opuestas a las de un transistor NPN.

Prueba de cables y alambres

Puedes usar tu multímetro como ohmímetro para realizar pruebas de continuidad en cables. Esto te permitirá detectar roturas en los cables y... *cortocircuitos,*o continuidad no deseada, entre dos cables de un cable.

Incluso el cable resiste el flujo de electrones.

¿Por qué no lo haces?*siempre¿*Obtienes 0 Ω al probar un cable, especialmente uno largo? Todos los circuitos eléctricos presentan cierta resistencia al flujo de corriente; la medición de ohmios prueba esta resistencia. Incluso los cables cortos presentan resistencia, pero suele ser muy inferior a 1 Ω, por lo que no es un elemento de prueba importante para detectar continuidad o cortocircuitos.

Sin embargo, cuanto más largo sea el cable, mayor será la resistencia, especialmente si tiene un diámetro pequeño. Generalmente, cuanto más largo sea el cable, menor será su resistencia por pie. Aunque el medidor no marque exactamente 0 Ω, se puede asumir que la continuidad es correcta en este caso si la lectura de ohmios es baja.

Para comprobar la continuidad de un solo cable, conecte las puntas de prueba del multímetro a cada extremo del cable y ajuste la lectura a un valor bajo. Debería obtener una lectura de 0 Ω o un valor muy bajo de ohmios. Una lectura superior a unos pocos ohmios indica una posible rotura del cable, lo que podría causar...*circuito abierto.*

Para comprobar si hay un cortocircuito entre cables que no deberían estar conectados eléctricamente, configure el multímetro para medir ohmios y conecte una de las puntas de prueba al extremo expuesto de un cable y la otra punta al extremo expuesto del otro. Si obtiene una lectura de 0 Ω o una cantidad baja de ohmios, es posible que haya un cortocircuito entre los cables. Una lectura alta suele indicar que los cables no están en cortocircuito. (Tenga en cuenta que podría obtener una lectura diferente a ohmios infinitos si los cables siguen conectados al circuito al realizar la medición. Tenga la seguridad de que los cables no están en cortocircuito a menos que la lectura sea muy baja o cero).

Interruptores de prueba

Los interruptores mecánicos pueden ensuciarse y desgastarse, o incluso romperse, lo que los vuelve poco fiables o incapaces de pasar corriente eléctrica. El capítulo 4 describe cuatro tipos comunes de interruptores: unipolares de una sola dirección (SPST); unipolares de dos direcciones (SPDT); bipolares de una dirección (DPST); y bipolares de dos direcciones (DPDT). Según el interruptor, puede tener cero, una o dos posiciones de apagado, y una o dos posiciones de encendido.

Puede usar su multímetro configurado en ohmios para probar cualquiera de estos interruptores. Asegúrese de familiarizarse con las posiciones de encendido/apagado y las conexiones de los terminales del interruptor que está probando, y realice pruebas para cada posibilidad. Con los cables de prueba conectados a los terminales de cualquier combinación de entrada/salida en la posición de apagado, el multímetro debería indicar una lectura de ohmios infinitos; la posición de encendido debería dar una lectura de 0 Ω.

La forma más sencilla de probar los interruptores es desconectarlos del circuito. Si el interruptor sigue conectado al circuito, es posible que el medidor no muestre ohmios infinitos al apagarlo. Si, en cambio, obtiene una lectura distinta de 0 Ω, puede asumir que el interruptor funciona correctamente como circuito abierto cuando está apagado.

Prueba de fusibles

*Fusibles*Están diseñados para proteger los circuitos electrónicos de daños causados por un flujo de corriente excesivo y, aún más importante, para prevenir un incendio si un circuito se sobrecalienta. Un fusible fundido es un circuito abierto que ya no ofrece protección, por lo que debe reemplazarse. Antes de probar un fusible, asegúrese de desconectarlo del circuito de forma segura o de apagarlo. Luego, configure el multímetro en la configuración de ohmios y toque con una punta de prueba cada extremo del fusible. Si el multímetro indica ohmios infinitos, significa que el fusible está fundido.

Ejecución de otras pruebas con multímetro

Muchos multímetros digitales incluyen funciones adicionales que prueban componentes específicos, como condensadores, diodos y transistores. Estas pruebas proporcionan resultados más precisos que las mediciones de resistencia que mencioné anteriormente en esta sección.

Si su multímetro cuenta con una función de prueba de condensadores, mostrará su valor. Esto puede ser útil, ya que no todos los condensadores siguen el esquema de identificación estándar de la industria. Consulte el manual de su multímetro para conocer el procedimiento exacto, ya que las especificaciones varían según el modelo. Asegúrese de respetar la polaridad correcta al conectar el condensador a los puntos de prueba del multímetro.

Si su multímetro tiene una función de verificación de diodos, puede probar un diodo conectando la punta de prueba roja al ánodo (terminal positivo) y la punta de prueba negra al cátodo (terminal negativo). Debería obtener una lectura bastante baja, pero no cero (por ejemplo, 0,5). Luego, invierta las puntas y debería obtener una lectura fuera de rango. Si obtiene dos lecturas cero o dos lecturas fuera de rango, es probable que el diodo esté dañado (es decir, en cortocircuito o abierto).

Puede utilizar la función de verificación de diodos para probar transistores de unión bipolar, tratándolos como dos diodos individuales (consulte la Figura 16-12).

Si su multímetro tiene una función de verificación de transistores, siga el procedimiento descrito en el manual, que varía de un modelo a otro.

Cómo usar un multímetro para comprobar sus circuitos

Una de las principales ventajas de un multímetro es que puede ayudarte a analizar el correcto funcionamiento de tus circuitos. Mediante las distintas configuraciones de prueba, puedes verificar la viabilidad de cada componente y confirmar que los voltajes y las corrientes sean los adecuados. Tarde o temprano, conectas un circuito que no funciona de inmediato, pero el multímetro puede ayudarte a detectar el problema si no puedes resolverlo revisando físicamente todas las conexiones.

Para solucionar problemas en tu circuito, primero debes marcar el diagrama con los valores de los componentes, los niveles de voltaje estimados en varios puntos del circuito y los niveles de corriente esperados en cada rama. (A menudo, al marcar el diagrama se descubren errores matemáticos). Luego, usa el multímetro para probar.

A continuación se muestra una lista rápida de elementos que debe verificar mientras soluciona problemas en su circuito:

- ✓ Voltajes de alimentación
- ✓ Funcionalidad de componentes individuales y valores reales (fuera del circuito)
- ✓ Continuidad del cableado
- ✓ Niveles de voltaje en varios puntos del circuito
- ✓ Niveles de corriente a través de una parte del circuito (sin exceder las capacidades de corriente de su multímetro)

Siguiendo un procedimiento paso a paso, puede probar varios componentes y partes de su circuito y reducir la lista de sospechosos hasta que descubra la causa del problema de su circuito o admita que necesita ayuda profesional, de su amigable gurú de electrónica local.

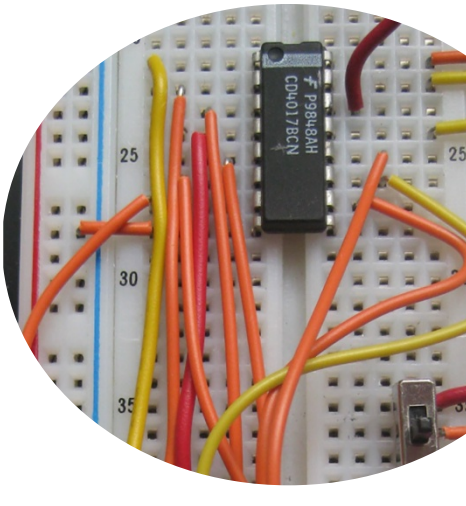
17

Juntando proyectos

En este capítulo

- Creación de luces intermitentes y destellantes únicas
- Preparando una alarma
- Construyendo una sirena adaptable
- Sonando con tu propio amplificador
- Diseño de una señal de tráfico
- Haciendo música hermosa

GRAMO Ponerse al día con la electrónica realmente vale la pena cuando llegas al punto de poder crear uno o dos proyectos. En este capítulo, podrás experimentar con varios dispositivos electrónicos divertidos, entretenidos y educativos que puedes construir en media hora o menos. Seleccioné los proyectos por su gran atractivo y simplicidad.
como mínimo, y el proyecto más caro cuesta alrededor de 15 dólares construirlo.



Te he dado algunos procedimientos detallados para el primer proyecto, así que trabaja en ese primero. Después, deberías poder seguir los esquemas del circuito y construir el resto de los proyectos por tu cuenta. Consulta el Capítulo 11 si necesitas repasar los esquemas y el Capítulo 3 si quieres repasar los conceptos básicos de los circuitos. Y si los proyectos no parecen funcionar como se anuncia (nos pasa a todos), revisa el Capítulo 16, ármate con un multímetro y ¡empieza a solucionar problemas!

Consiga lo que necesita desde el principio

Puedes construir todos los proyectos de este capítulo en una placa de pruebas sin soldadura. Por supuesto, si quieres conservarlos, puedes construir cualquiera de los proyectos en una placa de circuito soldada normal. Hay más detalles sobre...

Placas de pruebas y construcción de circuitos en el Capítulo 15. Si te quedas atascado en alguno de estos proyectos, consulta ese capítulo para obtener ayuda.

Puedes encontrar todas las piezas necesarias para construir los proyectos de este capítulo en cualquier tienda de electrónica o tienda online. Si no tienes una tienda de electrónica bien surtida cerca, consulta el Capítulo 19 para encontrar proveedores de piezas electrónicas por correo.

A menos que se indique lo contrario, utilice estas pautas al seleccionar componentes:

- ✓ Todas las resistencias tienen una potencia nominal de 1/4 W o 1/8 W y una tolerancia del 5 % o 10 %. Incluyo el código de color de cada resistencia en la lista de piezas de cada proyecto.
- ✓ Todos los condensadores tienen una clasificación mínima de 25 V. Anoto el tipo de condensador que necesita (por ejemplo, de disco o electrolítico) en la lista de piezas para cada proyecto.

Si desea comprender los pormenores de uno o más de los componentes electrónicos que utiliza en estos proyectos, revise el material de los capítulos 4 a 7 y 9 a 12. Encontrará información sobre interruptores en el capítulo 4, detalles sobre resistencias y la Ley de Ohm en los capítulos 5 y 6, respectivamente, y un tratado sobre condensadores en el capítulo 7. El capítulo 9 explica los diodos, el capítulo 10 trata los transistores y dos de los circuitos integrados (CI) utilizados en estos proyectos se tratan en el capítulo 11. Los cables, las fuentes de alimentación y otros componentes (por ejemplo, sensores, altavoces y zumbadores) se tratan en el capítulo 12.

Puede aprender mucho sobre un circuito integrado (CI) en particular consultando su hoja de datos en internet o buscando notas de aplicación sobre la pieza. Estas fuentes de información le ofrecen mucho más que la distribución de pines y los requisitos de potencia de los CI; a menudo ofrecen circuitos de ejemplo y consejos para obtener el máximo rendimiento del chip. Los proyectos de este capítulo utilizan el chip temporizador 555, el CI contador de décadas 4017 y el chip amplificador de audio LM386.

Creación de un circuito intermitente LED

Tu primera misión, si decides aceptarla, es construir un circuito con un solo diodo emisor de luz (LED) que parpadee a una velocidad variable. Puede parecer sencillo (y, gracias al circuito integrado temporizador 555, lo es), pero para que el LED parpadee debes construir un circuito completo, limitar la corriente para que no dañe el LED y configurar un temporizador que active y desactive la corriente para que la luz parpadee. Una vez completada la misión, modifica el circuito para crear un intermitente multiLED que puedas montar en la parte trasera de tu moto para alertar a los conductores de tu presencia.

Si ya has construido algunos circuitos en una placa de pruebas sin soldadura (por ejemplo, siguiendo las instrucciones de los capítulos anteriores), puede que ya seas un experto. Quizás no necesites las instrucciones detalladas de construcción de circuitos que aparecen en esta sección, pero aun así es recomendable leer mientras explico cómo seleccionar los componentes para este primer circuito.

Explorando un flasher 555

Puede ver el esquema del intermitente LED en la Figura 17-1. (Si necesita un repaso rápido sobre la lectura de esquemas, consulte el Capítulo 14). Estas son las piezas necesarias para construir este circuito:

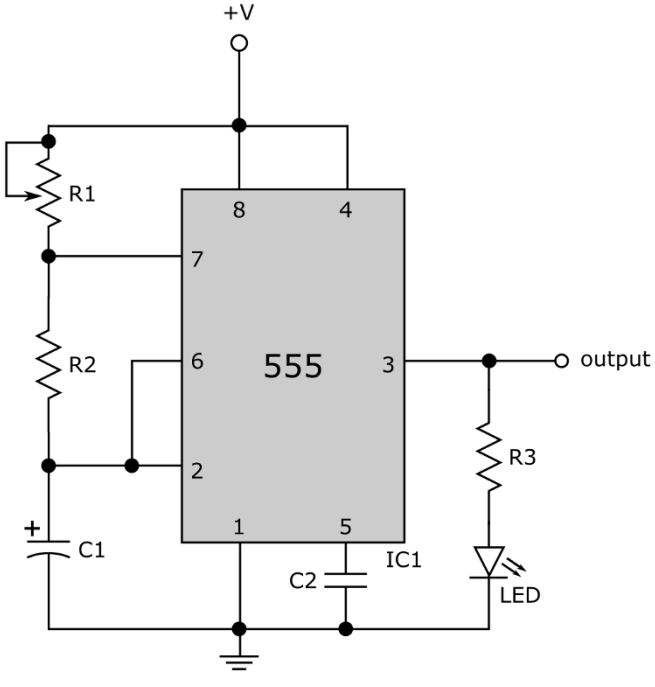


Figura 17-1: Esquema del circuito intermitente de un solo LED.

- ✓ Batería de 9 voltios (con clip de batería)
- ✓ IC1: IC temporizador LM555
- ✓ R1: potenciómetro de 1 MΩ
- ✓ R2: resistencia de 47 kΩ (amarillo-violeta-naranja)
- ✓ R3: resistencia de 330 Ω (naranja-naranja-marrón)

- ✓ C1: condensador electrolítico (polarizado) de 4,7 µF
- ✓ C2: condensador de disco (no polarizado) de 0,01 µF
- ✓ LED: Diodo emisor de luz (de cualquier tamaño y color)

Antes de construir el intermitente LED, es posible que desees realizar un análisis rápido para comprender exactamente cómo funciona.

La piedra angular del intermitente LED (así como otros proyectos de este capítulo) es el circuito integrado del temporizador 555. Puede usar esta versátil pieza de diversas maneras, como se explica en el Capítulo 11. Para este proyecto, el temporizador 555 se configura como un *multivibrador astable* (que es una forma elegante de decir que es un oscilador) que genera una serie continua de pulsos de encendido y apagado a intervalos regulares, como un metrónomo electrónico. La salida del circuito integrado temporizador 555, en el pin 3, es lo que se utiliza para encender y apagar la corriente del LED.

Limitación de corriente a través del LED

Resistor *R3* Está ahí para evitar que se dañe el LED. Esta sencilla resistencia cumple la importante función de limitar la corriente que pasa por el LED. El voltaje de salida en el pin 3 del temporizador 555 varía entre 9 V (la fuente de alimentación positiva) cuando el pulso está activado y 0 V cuando está desactivado.

Suponiendo que la caída de voltaje directo a través del LED es de aproximadamente 2,0 V (un valor típico), sabe que cuando el pulso está activado, la caída de voltaje a través de la resistencia *R3* es de aproximadamente 7 V. Este resultado se obtiene tomando los 9 V en el pin 3 y restando los 2 V que caen a través del LED. A partir de eso, puede usar la Ley de Ohm (ver Capítulo 6) para calcular la corriente a través de *R3*, que es la misma que la corriente que pasa por el LED, de la siguiente manera:

$$\text{actual} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{resistencia}}$$

$$= \frac{7 \text{ voltios}}{330\,\Omega}$$

$$\approx 0{,}021 \text{ A} \approx 21 \text{ mA}$$

¡Esa es una corriente que su LED puede soportar de manera segura!

Controlar la sincronización del pulso

Resistencias *R1* y *R2* y condensador *C1* Controlar tanto el ancho como el intervalo de activación/desactivación del pulso generado por el circuito integrado temporizador 555 (ver Capítulo 11 para más detalles). Este proyecto utiliza un potenciómetro para variar *R1* Así puedes cambiar la velocidad de la luz parpadeante de un vals lento a una samba rápida.

El *período de tiempo*, T, es el tiempo total que tarda un pulso ascendente y descendente:

$$T = 0.693 \times (R1 + 2R2) C1 \quad \times$$

Para determinar el rango de períodos de tiempo que genera el temporizador 555, primero use 47 000 para *R2* (47 kΩ) y 0,0000047 para *C1* (4,7 µF) en la ecuación para T. Luego calcule el extremo inferior del intervalo de tiempo utilizando 0 para *R1* en la ecuación, y calcule el extremo superior del intervalo de tiempo utilizando 1.000.000 para *R1* En la ecuación, el intervalo de tiempo debe oscilar entre aproximadamente 0,3 y 3,6 segundos al ajustar el potenciómetro de 0 Ω a 1 MΩ.

Construyendo el circuito del intermitente LED

Para comprobar si la luz parpadea aproximadamente a la velocidad que indican tus cálculos, construye el circuito del intermitente LED y pruébalo. Guíate por la Figura 17-2. Si este es el primer circuito que construyes, te recomendamos seguir las instrucciones detalladas de esta sección.

Puedes facilitar el uso de la batería construyendo un circuito en una placa de pruebas con solo un interruptor y unos pocos cables, como se muestra en la Figura 17-2. Usa un interruptor unipolar de doble tiro (SPDT) para conectar el terminal positivo de la batería al riel de alimentación positivo superior (en el Capítulo 4, explico este proceso en detalle). Luego, conecta los rieles de alimentación positivos superior e inferior con un cable rojo, y los rieles de alimentación negativos superior e inferior con un cable negro, de modo que la alimentación esté disponible tanto en la parte superior como en la inferior de la placa.

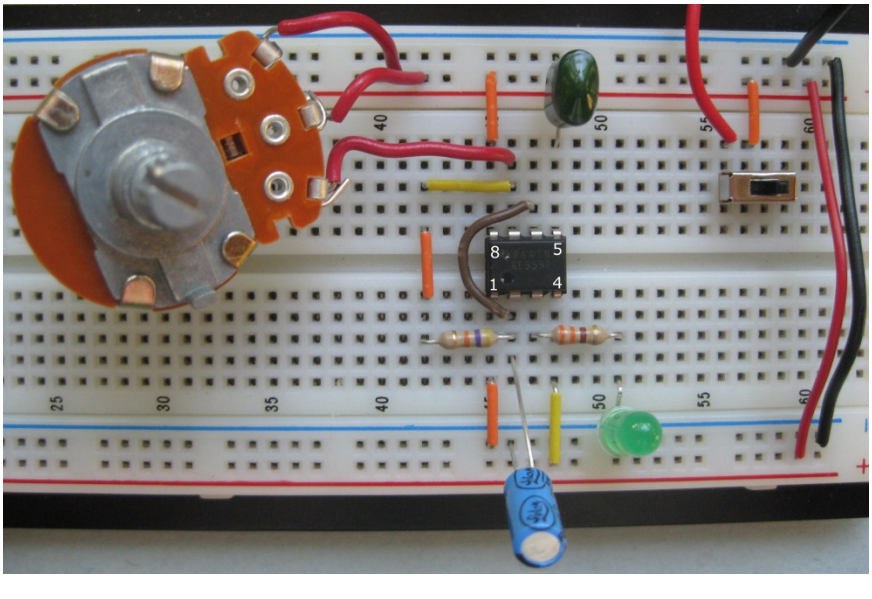


Figura 17-2: Un intermitente LED con piezas montadas en una placa sin soldadura. (Se han agregado etiquetas de pines del IC del temporizador 555).

Estos son los pasos para construir el circuito intermitente LED:

1. Reúne todos los componentes que necesitas para el proyecto.

Consulta la lista de piezas en la sección "Explorando un flasher 555" para ver un resumen de lo que necesitas. ¡No hay nada peor que empezar un proyecto y tener que parar a mitad de camino porque no tienes todo a mano!

2. Inserte con cuidado el chip temporizador 555 en el centro de la placa.

Es una práctica común insertar un CI de manera que quede a caballo entre la fila central vacía de la placa de pruebas y el *muesca de sincronización* (esa pequeña hendidura o hoyuelo en un extremo del chip) mira hacia la izquierda de la placa.

3. Inserte las dos resistencias fijas, *R2* y *R3*, en la placa, siguiendo el esquema y la placa de muestra de la Figura 17-2.

4. Inserte los dos condensadores, *C1* y *C2*, en la placa, siguiendo el esquema y la placa de muestra de la Figura 17-2.

Como se indicó en el Capítulo 11, los pines de los chips CI se numeran en sentido antihorario, comenzando por la muesca de sincronización. Si ha colocado el CI temporizador 555 con la muesca de sincronización hacia el lado izquierdo de la placa, las conexiones de los pines se muestran en la Figura 17-2.

Asegúrese de orientar correctamente el condensador polarizado, con su lado negativo conectado a tierra.

5. Suelde los cables al potenciómetro (*R1*) para conectarlo a la placa de pruebas.

Utilice cable de conexión sólido calibre 22. El color no importa. Tenga en cuenta que el potenciómetro tiene tres conexiones. Una conexión (en cada extremo) va al pin 7 del 555; las otras dos (en el otro extremo y en el centro) están unidas o puenteadas y conectadas al polo positivo de la fuente de alimentación.

6. Conecte el LED como se muestra en el esquema y la foto.

Observa la orientación correcta al insertar el LED: Conecta el cátodo (lado negativo, con el cable más corto) del LED a tierra. Revisa el embalaje del LED para asegurarte de que está bien colocado. (Si no lo haces y lo insertas al revés, no pasará nada, pero el LED no se encenderá. Simplemente retira el LED y vuelve a insertarlo, al revés).

7. Utilice un cable de un solo hilo calibre 22, preferiblemente ya precortado y recortado para usar con una placa de pruebas sin soldadura, para terminar de hacer las conexiones.

Utilice la placa de pruebas de muestra que se muestra en la Figura 17-2 como guía para realizar estas conexiones de cables puente.

8. ***Antes*** **Al conectar la alimentación, revise su trabajo. Verifique que todas las conexiones sean correctas comparando el cableado con el esquema.**

9. **Por último, conecte la batería de 9 V a los rieles de alimentación positiva y de tierra de la placa de pruebas.**

   Es más fácil si usa una pinza de batería de 9 V, que contiene cables prepelados. Puede soldar cable de conexión sólido de calibre 22 a los extremos de los cables de la pinza; esto facilita la inserción de los cables en la placa de pruebas sin soldadura. Recuerde: El cable rojo de la pinza de batería es el terminal positivo de la batería y el cable negro es el terminal negativo o tierra.

Comprobando tu obra

Al aplicar energía al circuito, el LED debería parpadear. Gire el *R1* Perilla para cambiar la velocidad del parpadeo. ¿Parpadea el LED a la velocidad esperada? Si el circuito no funciona, desconecte la batería de 9 V y revise las conexiones de nuevo.

A continuación se muestran algunos errores comunes que se deben tener en cuenta:

- ✓ **555 IC insertado al revés:** Este error puede dañar el chip, por lo que si esto sucede, es posible que desees probar con otro 555.
- ✓ **LED insertado al revés:** Sácalo e invierte los cables.
- ✓ **Los cables de conexión y los cables de los componentes no están presionados con suficiente firmeza en los conectores de la placa de pruebas:** Asegúrese de que cada cable encaje perfectamente en la placa de pruebas, de modo que no haya conexiones sueltas.
- ✓ **Valores de componentes incorrectos:** ¡Vuelva a comprobarlo, por si acaso!
- ✓ **Batería muerta:** Pruebe uno nuevo.
- ✓ **Circuito mal cableado:** Pídele a un amigo que lo revise. Una mirada nueva puede detectar errores que tú tal vez no hayas notado.

Puedes usar tu multímetro para probar voltajes, corrientes y resistencias en tu circuito. Como se describe en el Capítulo 16, estas pruebas pueden ayudarte a identificar la causa de los problemas del circuito. El multímetro puede indicarte si la batería tiene suficiente carga, si el diodo sigue siendo un diodo y mucho más.

Si estás construyendo un circuito nuevo, es recomendable construirlo primero en una placa de pruebas sin soldadura. Esto se debe a que a menudo es necesario ajustar un circuito para que funcione correctamente. Cuando estés satisfecho, puedes convertirlo en permanente si lo deseas. Tómate tu tiempo y recuerda revisar tu trabajo dos (e incluso tres veces). No te preocupes, enseguida te convertirás en un experto.

Creación de una luz intermitente LED para bicicleta

Puedes ampliar el sencillo circuito de luces LED intermitentes para crear una luz multiLED económica que te permitirá aumentar tu seguridad al salir en bicicleta o a correr por el parque. O simplemente puedes usarla en tu camiseta para impresionar a tus amigos.

Observe el circuito de la Figura 17-3. Además de los LED adicionales en la salida del CI temporizador 555 y el uso de una resistencia fija en lugar de un potenciómetro para...*R1,* Este circuito parece idéntico al circuito simple de luces intermitentes LED de la sección anterior. Y lo es. Bueno, excepto por los valores de*R1, R2,*y *C1,*cuales son los componentes que determinan la frecuencia de pulso que controla el parpadeo de los LED.

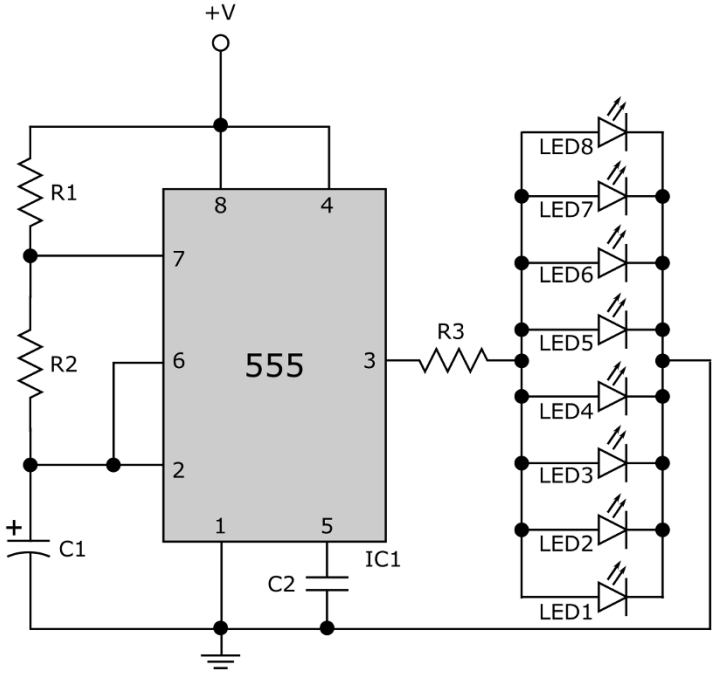


Figura 17-3: Circuito de luces intermitentes LED para bicicleta. Valores de*R1*,*R2*, y*C1*Se seleccionan para crear un tren de pulsos rápidos que controla la acción intermitente del LED.

En una luz intermitente para bicicleta, se busca que los LED parpadeen rápidamente, pero no tan rápido que no se pueda distinguir un parpadeo de otro. Los valores que se muestran a continuación para*R1, R2,*y*C1*generar un intervalo de tiempo de aproximadamente dos pulsos por

Segundo (2 Hz). También recomiendo usar LED ultrabrillantes, similares a los LED estándar, pero con carcasas de plástico transparente que hacen que la luz parezca más brillante.

Aquí está la lista de piezas para la luz intermitente LED para bicicleta:

- ✓ Batería de 9 voltios (con clip de batería)
- ✓ IC1: IC temporizador LM555
- ✓ R1, R2: resistencia de 1 kΩ (marrón-negro-rojo)
- ✓ R3: resistencia de 330 Ω (naranja-naranja-marrón)
- ✓ C1: condensador electrolítico (polarizado) de 220 µF
- ✓ C2: condensador de disco (no polarizado) de 0,01 µF
- ✓ LED1-8: Diodo emisor de luz ultrabrillante (5 mm, cualquier color)

Si desea cambiar la velocidad del flash, intente utilizar diferentes valores de *R1* (o *R2* o *C1*). Por ejemplo, utilizando resistencias de 220 Ω (rojo-rojo-marrón) para ambos *R1* y *R2* Produce una frecuencia de destello de aproximadamente 10 pulsos por segundo (10 Hz). Recuerda añadir un interruptor de encendido/apagado para la batería si decides que este circuito sea permanente.

Cómo atrapar intrusos con una alarma con sensor de luz

La Figura 17-4 muestra el esquema de una alarma con sensor de luz. La idea de este proyecto es simple: si se enciende una luz, se activa la alarma.

La alarma se construye alrededor de un chip temporizador 555, que actúa como generador de tonos. El temporizador 555 se configura (una vez más) como un oscilador, y los valores de *R3, R4,* y *C1* se seleccionan para crear un tren de pulsos de salida (en el pin 3) a una frecuencia en el rango audible (20 Hz a 20 kHz).

Tenga en cuenta que el pin de reinicio (pin 4) del temporizador 555 no está conectado a la fuente de alimentación positiva, como en los circuitos del oscilador 555 descritos anteriormente en este capítulo. Esto es importante, ya que si el pin de reinicio está conectado a la tensión alta, el temporizador 555 seguirá oscilando (y el altavoz seguirá emitiendo un tono) mientras se le aplique alimentación. Sin embargo, si se aplica un voltaje bajo al pin de reinicio, el circuito de temporización interno del temporizador 555 se reinicia, la salida (pin 3) se vuelve baja y el altavoz se silencia.

Para que el temporizador 555 suene la alarma solo cuando hay luz, es necesario crear un interruptor fotosensible y usarlo para controlar el pin de reinicio del temporizador 555. El lado izquierdo del circuito, en la Figura 17-4, muestra el interruptor fotosensible, que consiste en una combinación de fotorresistencia y transistor.

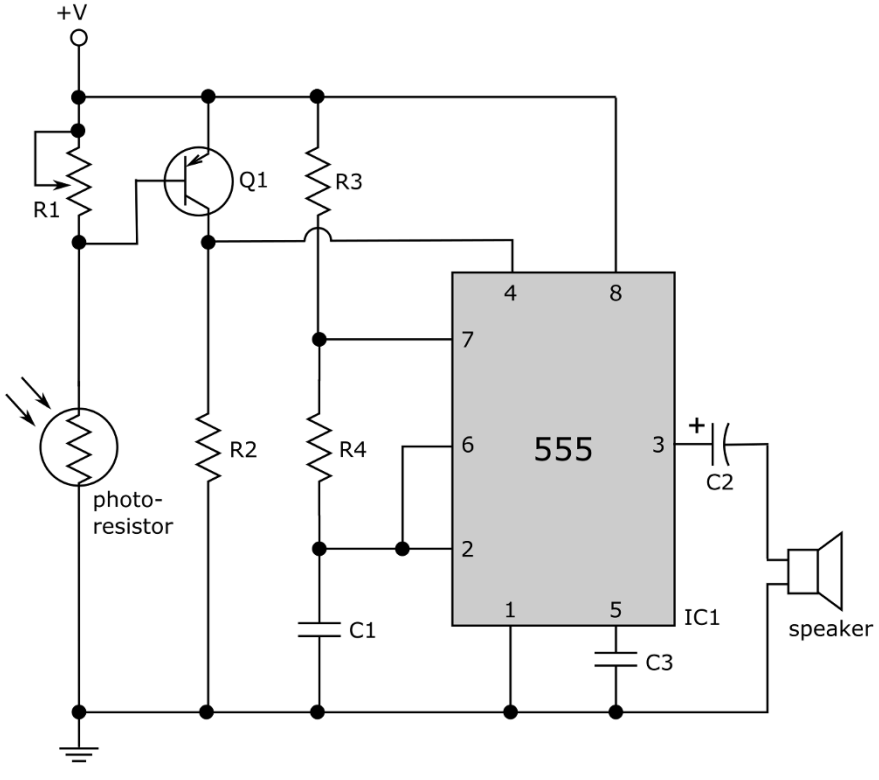


Figura 17-4: Esquema de una alarma luminosa.

Transistor *Q1* cumple la función de interruptor, a veces conduciendo corriente y a veces no. (Descubre qué controla *Q1* pronto.) Transistor *Q1* controla el pin de reinicio del temporizador 555 de la siguiente manera:

- ✓ **Cuando el transistor no conduce corriente, el voltaje en el pin 4 (reinicio) del temporizador 555 disminuye.**

  Si el transistor no conduce corriente, no fluye corriente a través de la resistencia *R2*, por lo que la caída de tensión a través de *R2* es 0, y el voltaje donde está el colector del transistor *Q1* (es decir, el terminal en el lado inferior derecho del transistor en la Figura 17-4) se encuentra con el pin 4 del temporizador 555 es 0.

- ✓ **Cuando el transistor conduce corriente, el voltaje en el pin 4 (reinicio) del temporizador 555 aumenta.**

  En el Capítulo 10, verá que cuando un transistor conduce completamente, la caída de voltaje del colector al emisor es casi 0, por lo que en este circuito, el voltaje en el colector es casi igual al voltaje de la fuente de alimentación de 9 V.

Que el transistor esté encendido (conduciendo) o apagado (no conduciendo) depende de lo que ocurra en la base (terminal izquierdo) del transistor. La tensión de base se controla mediante un divisor de tensión (véase el capítulo 6 para más detalles), que consiste en el potenciómetro (*R1*) y la fotorresistencia. Para girar*Q1*Cuando está encendido, el voltaje en su base debe ser bajo (consulte el Capítulo 11 para obtener detalles sobre el funcionamiento del transistor PNP). Con poca o ninguna luz presente, la resistencia del fotorresistor es muy alta, por lo que el voltaje en la base del transistor...*Q1*es alto y*Q1*está apagado. Cuando la luz incide en el fotorresistor, su resistencia disminuye, el voltaje en la base de*Q1*baja y el transistor está encendido.

En resumen, la alarma de luz tiene dos estados posibles:

- ✓ **Oscuridad:**La resistencia del fotorresistor es muy alta, por lo que el voltaje base del transistor*Q1*es alto, lo que provoca*Q1*para apagar. Sin corriente fluyendo a través*R2*El pin de reinicio 4 del temporizador 555 está bajo. Como resultado, el temporizador 555 no oscila (no hay alarma).
- ✓ **Luz:**La resistencia del fotorresistor es baja, por lo que el voltaje base del transistor *Q1*es baja, lo que provoca*Q1*para encender y conducir la corriente a través de *R2*, lo que aumenta el voltaje en el pin de reinicio 4 del temporizador 555. Como resultado, el temporizador 555 oscila y suena la alarma.

Puede ajustar la sensibilidad de la alarma girando el potenciómetro.*(R1),*Lo cual simplemente altera la relación del divisor de voltaje, por lo que se necesita más (o menos) luz para girar el transistor.*Q1*Encender. Decide por ti mismo si quieres sentir un cambio de oscuridad total a poca luz o de poca luz a luz brillante.

Lista de piezas para el montaje de la alarma de luz

Aquí está la lista de compras para el proyecto de alarma de luz:

- ✓ Batería de 9 voltios (con clip de batería)
- ✓ IC1: IC temporizador LM555
- ✓ Q1: Transistor PNP 2N3906
- ✓ R1: potenciómetro de 100 kΩ
- ✓ R2: resistencia de 3,9 kΩ (naranja-blanco-rojo)
- ✓ R3: resistencia de 10 kΩ (marrón-negro-naranja)
- ✓ R4: resistencia de 47 kΩ (amarillo-violeta-naranja)
- ✓ C1, C3: condensador de disco (no polarizado) de 0,01 µF
- ✓ C2: condensador electrolítico o de tantalio (polarizado) de 4,7 µF
- ✓ Altavoz: altavoz de 8 Ω y 0,5 W
- ✓ Fotorresistencia: experimente con diferentes tamaños; por ejemplo, una fotorresistencia más grande hará que el circuito sea un poco más sensible.

Cómo hacer que su alarma trabaje para usted

Puedes usar esta alarma luminosa de varias maneras prácticas. Aquí tienes algunas ideas:

- ✓ Pon la alarma luminosa dentro de la despensa para que suene cuando alguien saque las galletas con chispas de chocolate. ¡Mantén a tu pareja alejada de tus provisiones o sigue tú mismo la dieta! Cuando se abre la puerta de la despensa, entra la luz y suena la alarma.
- ✓ ¿Tiene un proyecto electrónico complejo en marcha en el garaje y no quiere que nadie lo interrumpa? Coloque la alarma dentro del garaje, cerca de la puerta. Si alguien abre la puerta durante el día, la luz entrará y la alarma sonará.
- ✓ Construye tu propio gallo electrónico que te despierte al amanecer. (¿Quién necesita un despertador?)
- ✓ Cree un sistema de alerta de habitación en uso, pero no utilice un altavoz ruidoso. En su lugar, reemplácelo.*C2Y* el altavoz con una resistencia de 330 Ω y un LED. El LED se encenderá cuando la fotorresistencia detecte luz. Conecte el circuito de modo que la mayoría de las piezas estén en una caja dentro de la habitación y el LED esté montado fuera de la puerta de la habitación.

Tocando la escala de Do mayor

La Figura 17-5 muestra el esquema de un teclado electrónico primitivo. El circuito puede parecer complejo, pero en realidad es bastante sencillo si se comprende cómo funciona el circuito integrado temporizador 555 como oscilador.

Aquí están las piezas que necesitas para construir el circuito en escala de Do mayor:

- ✓ Batería de 9 voltios (con clip de batería)
- ✓ IC1: IC temporizador LM555
- ✓ R1, R7: resistencia de 2,2 kΩ (rojo-rojo-rojo)
- ✓ R2: resistencia de 10 kΩ (marrón-negro-naranja)
- ✓ R3: potenciómetro de 10 kΩ
- ✓ R4: resistencia de 820 Ω (gris-rojo-marrón)
- ✓ R5, R6: resistencia de 1,8 kΩ (marrón-gris-rojo)
- ✓ R8: resistencia de 1,2 kΩ (marrón-rojo-rojo)
- ✓ R9: resistencia de 2,7 kΩ (rojo-violeta-rojo)
- ✓ R10: resistencia de 3 kΩ (naranja-negro-rojo)

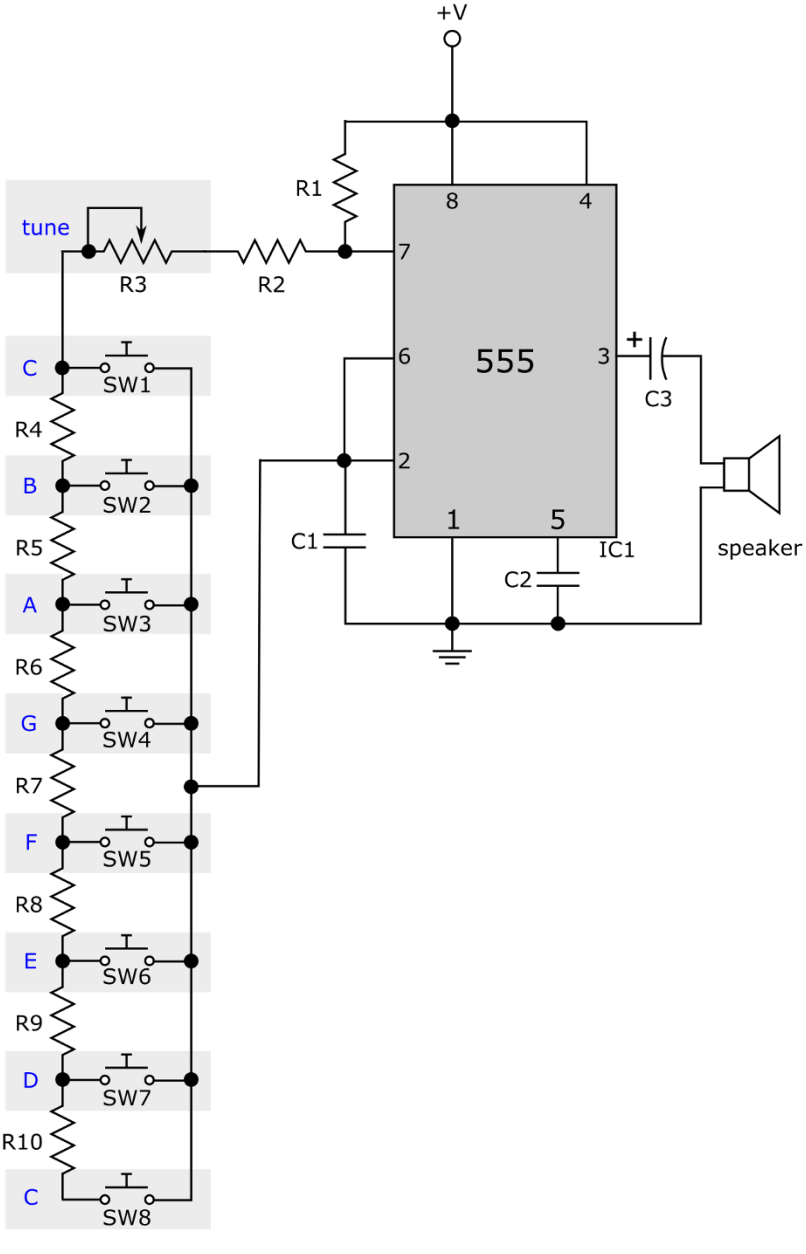


Figura 17-5: El circuito de escala de Do mayor, con etiquetas agregadas para mostrarle qué interruptor controla cada nota y cómo afinar la escala.

- ✓ C1: condensador de disco (no polarizado) de 0,1 µF
- ✓ C2: condensador de disco (no polarizado) de 0,01 µF
- ✓ C3: condensador electrolítico o de tantalio (polarizado) de 4,7 µF
- ✓ SW1-8: interruptores momentáneos, normalmente abiertos (pulsador)
- ✓ Altavoz: altavoz de 8 Ω y 0,5 W

La frecuencia de oscilación de la salida del temporizador 555 depende de los valores de dos resistencias y un condensador, como se ve en el Capítulo 11 y en otros proyectos de este capítulo. Resistencia *R1* y condensador *C1* Son dos de los tres valores que se utilizan para calcular la frecuencia. El otro valor que ayuda a determinar la frecuencia es la resistencia entre los pines 7 y 2.

No existe ninguna regla que indique que se deba usar una sola resistencia entre los pines 7 y 2. La resistencia total entre los pines ayuda a determinar la frecuencia. En este circuito, se utilizan ocho interruptores pulsadores para seleccionar una serie de resistencias de tal manera que la resistencia total entre los pines 7 y 2 genere una frecuencia correspondiente a una nota específica. Se utiliza una resistencia de 10 kΩ *(R2)* Como resistencia base, un potenciómetro de 10 kΩ *(R3)* para ajustar o afinar todas las notas de la escala y resistencias aditivas *(R4–R10)* para la resistencia total requerida para cada nota individual en la escala de Do mayor.

Los valores de las resistencias *R4–R10* Se han calculado cuidadosamente para producir los tonos correctos. Por ejemplo, la frecuencia de la nota A en la escala de temperamento igual es de 440 Hz. La resistencia necesaria entre los pines 7 y 2 para producir un tren de pulsos de 440 Hz es de aproximadamente 15,1 kΩ. (Puede calcular esta resistencia usted mismo utilizando la fórmula del Capítulo 11 para la frecuencia de un tren de pulsos producido por el temporizador 555 utilizado como multivibrador astable). Al presionar SW3, se conectan resistencias. *R2, R3, R4,* y *R5* en serie entre los pines 7 y 2. (Asegúrese de seguir la ruta del circuito completo y ver por sí mismo cuál es la resistencia total). La resistencia total (*R2*+*R3*+*R4*+*R5*) es 12,6 kΩ más el valor del potenciómetro de 10 kΩ (es decir, *R3* Si su circuito está correctamente afinado (ajustando el potenciómetro con un diapasón o con un piano afinado, si lo prefiere), el valor del potenciómetro es de aproximadamente 2,5 kΩ. (Tenga en cuenta que los valores de las resistencias pueden variar, por lo que el valor del potenciómetro puede ser ligeramente superior o inferior a 2,5 kΩ).

¡Configura el circuito y pruébalo! Puedes tocar la escala de Do mayor, e incluso el comienzo de algunas melodías, como "Do Re Mi" y "America the Beautiful". Con el tiempo, descubrirás que necesitas más notas, como sostenidos y bemoles, o notas de más de una octava. Con tus conocimientos sobre el circuito integrado temporizador 555, la adición de resistencias en serie y la apertura y cierre de circuitos con interruptores, puedes construir este circuito de Do mayor para crear melodías más interesantes.

Ahuyentar a los malos con una sirena

A menos que lleves una placa (una de verdad, no la que tienes en la caja de juguetes), no podrás arrestar a ningún malhechor cuando actives la sirena que construyas en este proyecto, que se muestra en la Figura 17-6. Pero la sirena suena genial y puedes usarla como alarma para avisarte si alguien está robando tu escondite secreto de tarjetas de béisbol, discos antiguos de Frank Sinatra, una copia firmada de...*La música del espacio exterior del señor Spock*grabar, o lo que sea.

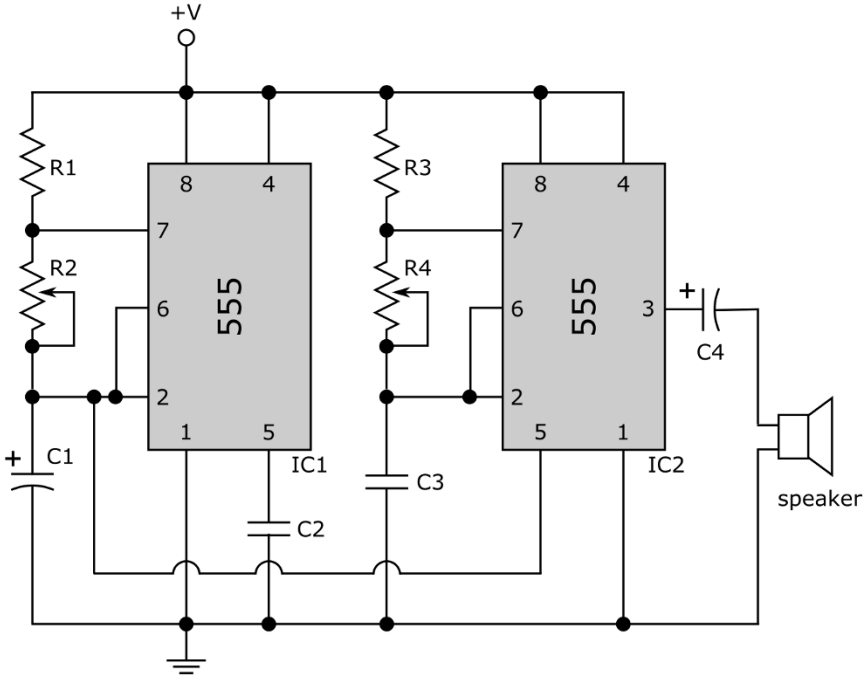


Figura 17-6: Una sirena tipo policial hecha con dos circuitos integrados temporizadores 555.

Explorando la lista de piezas de la sirena 555

Para empezar a alarmar a tus amigos, reúne estas piezas para construir el circuito:

- ✓ Batería de 9 voltios (con clip de batería)
- ✓ IC1, IC2: IC temporizador LM555
- ✓ R1, R3: resistencias de 2,2 kΩ (rojo-rojo-rojo)
- ✓ R2: potenciómetro de 50 kΩ

- ✓ R4: potenciómetro de 100 kΩ
- ✓ C1: condensador electrolítico (polarizado) de 47 µF
- ✓ C2: condensador de disco (no polarizado) de 0,01 µF
- ✓ C3: condensador de disco (no polarizado) de 0,1 µF
- ✓ C4: condensador electrolítico o de tantalio (polarizado) de 4,7 µF
- ✓ Altavoz: altavoz de 8 Ω y 0,5 W

Cómo trabaja tu curruca

Este circuito (consulte la Figura 17-6) utiliza dos chips temporizadores 555. Ambos chips se configuran para que actúen como*multivibradores astables,*Es decir, cambian constantemente su salida de baja a alta, de baja a alta, una y otra vez. Los dos temporizadores funcionan a frecuencias diferentes. El chip temporizador de la derecha en la Figura 17-6 está configurado como...*generador de tonos,*Produce una frecuencia audible en su pin de salida, el pin 3. (Los humanos pueden oír frecuencias en el rango de 20 Hz a 20 kHz, con algunas variaciones). Si el chip temporizador de la derecha funcionara solo, se oiría un sonido constante de tono medio desde el altavoz conectado a su salida. Sin embargo, el chip temporizador 555 de la derecha actúa en conjunto con el chip temporizador 555 de la izquierda.

El temporizador de la izquierda opera a una frecuencia más baja que el de la derecha y se utiliza para modular (o sea, gorjear) la señal producida por el chip temporizador de la derecha. La señal en el pin 2 del chip 555 de la izquierda es una rampa de voltaje que sube y baja lentamente, y se conecta al pin 5 del chip 555 de la derecha.

Normalmente, se esperaría ver la señal en el pin 3 del chip 555 de la izquierda alimentando el chip 555 de la derecha para activar el segundo chip. Como se explicó en el Capítulo 11, el pin 3 de un chip 555 es donde se encuentra el pulso de salida ascendente y descendente por el que son famosos los temporizadores 555. Para este warbler, se obtiene un sonido más interesante usando una señal diferente, la del pin 2, para activar el segundo chip 555. La señal en el pin 2 del chip 555 de la izquierda sube y baja lentamente a medida que el condensador...*C1*Cargas y descargas. (El capítulo 7 explica cómo se carga y descarga un condensador; este voltaje ascendente y descendente del condensador activa la forma de onda de pulso ascendente y descendente que el temporizador 555 emite en el pin 3, que no está utilizando). Al alimentar este voltaje del condensador (en el pin 2 del chip 555 de la izquierda) al pin de control (pin 5) del chip 555 de la derecha, anula el circuito de activación interno del segundo chip y, en su lugar, utiliza una señal de activación variable, lo que ayuda a que su warbler trine.

Ajustando los dos potenciómetros,*R2*y*R4,*Puedes cambiar el tono y la velocidad de la sirena. Puedes producir todo tipo de sirenas y otros efectos de sonido extraños ajustando estos dos potenciómetros. Puedes operar este circuito con cualquier voltaje entre 5 V y aproximadamente 15 V. Para alimentar el dispositivo, usa una batería de 9 V fácil de encontrar (incluida en la lista de piezas de la sección anterior).

Construcción de un amplificador de audio con control de volumen

Dale un toque de potencia a tus proyectos electrónicos con un pequeño amplificador diseñado con componentes económicos y fáciles de encontrar en la mayoría de los proveedores de electrónica, como el circuito integrado amplificador de potencia LM386. Este amplificador aumenta el volumen de micrófonos, generadores de tonos y muchas otras fuentes de señal.

La Figura 17-7 muestra el esquema de este proyecto, que consta de solo 10 piezas y una batería. El amplificador puede funcionar con voltajes de entre 5 V y aproximadamente 15 V. Una batería de 9 V es suficiente.

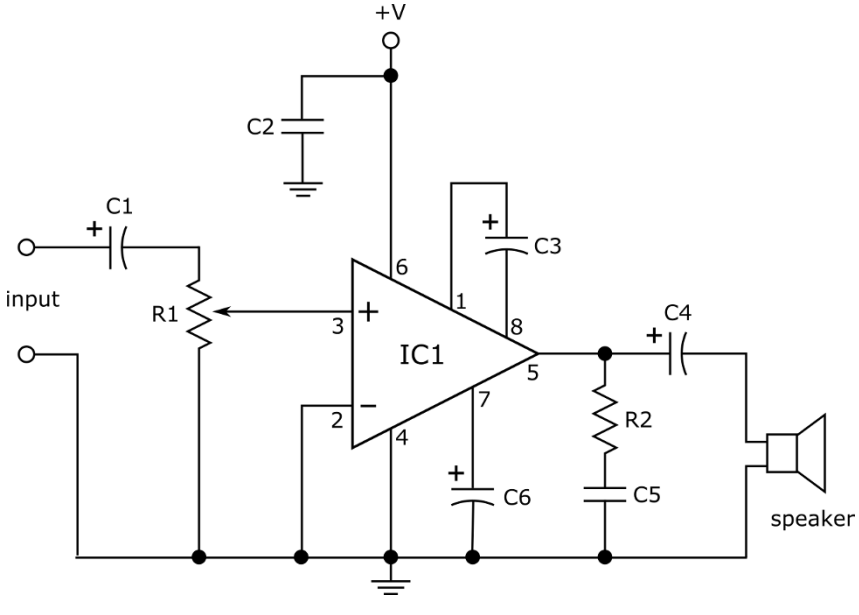


Figura 17-7: Esquema del amplificador de audio.

Aquí tienes un resumen de las piezas que necesitas para este proyecto:

- ✓ Batería de 9 voltios (con clip de batería)
- ✓ IC1: amplificador de potencia LM386
- ✓ R1: potenciómetro de 10 kΩ (opcional)
- ✓ R2: resistencia de 10 Ω (marrón-negro-naranja)
- ✓ C1: condensador electrolítico (polarizado) de 10 µF (opcional)
- ✓ C2: condensador de disco (no polarizado) de 0,1 µF

- ✓ C3, C6: condensador electrolítico (polarizado) de 10 µF
- ✓ C4: condensador electrolítico (polarizado) de 220 µF
- ✓ C5: condensador de disco (no polarizado) de 0,047 µF
- ✓ Altavoz: altavoz de 8 Ω y 0,5 W

Simplemente conecte una fuente de señal (por ejemplo, un micrófono de condensador RadioShack, pieza 270-092, que requiere una fuente de alimentación de CC) a las entradas, asegurándose de conectar la tierra de la fuente de señal a la tierra común del circuito amplificador. El LM386 realiza la mayor parte del trabajo en este pequeño circuito. Esto es lo que hacen los demás componentes de este circuito:

- ✓ *C1* Es un condensador de desacoplamiento opcional que impide el paso de CC desde una etapa anterior (por ejemplo, si se utiliza un generador de tonos u otro dispositivo como fuente de señal de entrada). La lista de componentes indica que se debe utilizar un condensador de 10 µF para *C1*, pero puedes probar valores tan bajos como 0,1 µF (o intentar eliminar *C1* y observar lo que sucede).
- ✓ *R1* es un potenciómetro opcional que puedes usar para controlar el volumen. (Conectas el limpiador al pin 3 del LM386, con un terminal del extremo a *C1* y el otro terminal a tierra común. Si no desea controlar el volumen, omítalo. *R1* y conecta el lado negativo de *C1* al pin 3 del LM386.)
- ✓ *C2* y *C6* Son condensadores de derivación que aíslan el circuito interno del LM386 de cualquier ruido, zumbido o picos de la fuente de alimentación.
- ✓ Condensador *C3* aumenta la ganancia del LM386 de 20 (sin *C3*) a aproximadamente 200. (Tenga en cuenta que esta información proviene directamente de la hoja de datos del LM386).
- ✓ Condensador *C4* filtra el componente de CC de la salida LM386 para que solo la señal de audio llegue al altavoz.
- ✓ El par resistencia-condensador, *R2-C5*, evita oscilaciones de alta frecuencia.

Este sencillo circuito produce un sonido increíble en un formato pequeño y portátil. ¡Y cuanto mejor sea el micrófono y el altavoz, mejor será el sonido!

Intenta conectar tu reproductor de música portátil a la entrada de este amplificador. Consigue unos auriculares viejos y haz lo siguiente: corta uno, pela el aislamiento de los cables e identifica los cables de señal y tierra. Luego, conecta la señal y la tierra a las entradas del amplificador, inserta el conector de los auriculares en el conector de tu reproductor y ¡disfruta del sonido!

Si desea presenciar los efectos del ruido en un circuito sensible, retire los condensadores. *C2* y *C6* (pero no los reemplaces con cables ni nada más) y prueba el amplificador. Probablemente oirás muchos crujidos.

Creando cazadores de luz

Si eras fan de la*El auto fantástico*Si recuerdas la serie de televisión de los 80, recuerdas el sistema de seguimiento de luces secuencial que el coche KITT llevaba en la parte delantera. En esta sección, te muestro dos versiones del sistema de seguimiento de luces, cada una con solo dos circuitos integrados económicos y algunas piezas adicionales. Quizás prefieras construir un circuito u otro. El sistema de seguimiento de luces 1 es un poco más fácil de entender. El sistema de seguimiento de luces 2 añade un nivel de complejidad para hacerlo aún más atractivo.

Las listas de piezas de ambos circuitos son prácticamente iguales. La lista principal, que incluye etiquetas que hacen referencia a los esquemas mostrados en las Figuras 17-8 y 17-9, es la siguiente:

- ✓ Batería de 9 voltios (con clip de batería)
- ✓ IC1: IC temporizador LM555
- ✓ IC2: IC contador de décadas CMOS 4017
- ✓ R1: potenciómetro de 1 MΩ
- ✓ R2: resistencia de 47 kΩ (amarillo-violeta-naranja)
- ✓ R3: resistencia de 330 Ω (naranja-naranja-marrón)
- ✓ C1: condensador de disco (no polarizado) de 0,1 µF
- ✓ C2: condensador de disco (no polarizado) de 0,01 µF

Además de la lista de piezas principales, Light Chaser 1 utiliza estas piezas:

- ✓ LED1–LED10: LED (cualquier tamaño y cualquier color)

Además de la lista de piezas principales, Light Chaser 2 utiliza estas piezas:

- ✓ LED1–LED6: LED (cualquier tamaño y cualquier color)
- ✓ D1–D8: diodo 1N4148

Edificio Light Chaser 1

El esquema del Light Chaser 1 se muestra en la Figura 17-8. En este diseño, cada uno de los 10 LED se encenderá sucesivamente (es decir, siguiendo el patrón 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10), y este patrón se repetirá continuamente mientras el circuito tenga alimentación.

El contador de décadas 4017 y otros chips CMOS son muy sensibles a la electricidad estática, y podrían dañarse fácilmente si no se tiene cuidado. Asegúrese de tomar precauciones especiales, como usar una pulsera antiestática (como se describe en el Capítulo 13), antes de manipular el CI CMOS 4017.

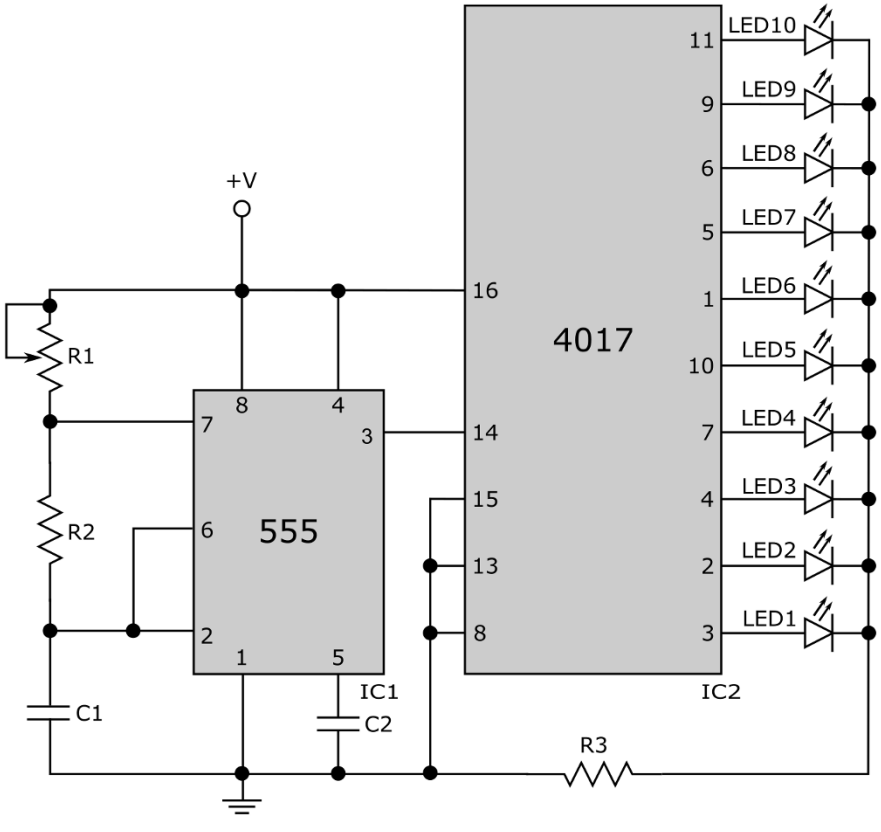


Figura 17-8: Esquema para Light Chaser 1.

Controlar las luces

El circuito del Light Chaser 1 en la Figura 17-8 tiene dos secciones:

- ✓ **Los cerebros:**Un circuito integrado temporizador 555 conforma la primera sección, a la izquierda del esquema. Este chip se conecta para que funcione como un multivibrador astable (véase el capítulo 11 para más detalles). El 555 produce una serie de pulsos en su pin de salida (pin 3); la velocidad de los pulsos se determina mediante un potenciómetro.*R1*.

- ✓ **El cuerpo:**La segunda sección, a la derecha del esquema, contiene un chip contador de décadas CMOS 4017 con LED conectados a cada uno de sus 10 pines de salida. Como explico en el Capítulo 11, los pines 1-7 y 9-11 del chip 4017 cambian de bajo a alto uno a la vez (pero no en el mismo orden que los números de pin) cuando se conecta una señal de disparo al pin 14. Resistencia. *R3*limita la corriente que pasa a través de cualquier LED que esté activado en un momento dado.

- **La conexión:** Los LED se encienden cuando el 4017 recibe un pulso (en el pin 14) de la salida 555 (pin 3). Se conecta el 4017 para que repita la secuencia de 1 a 10 una y otra vez mientras el circuito esté alimentado. Ajustando el potenciómetro *(R1),* Puedes cambiar la velocidad de la secuencia de iluminación.

Disposición de los LED

Puedes construir el Light Chaser 1 en una placa de pruebas sin soldadura para probarlo. Si planeas convertirlo en un circuito permanente, piensa en la disposición de los diez LED. Por ejemplo, para lograr diferentes efectos de iluminación, puedes probar lo siguiente:

- **Coloque todos los LED en una fila, en secuencia:** Las luces se persiguen unas a otras hacia arriba (o hacia abajo) una y otra vez.
- **Coloque todos los LED en una fila, pero alterne la secuencia hacia la izquierda y hacia la derecha:** Conecte los LED de modo que la secuencia comience desde el exterior y avance hacia el interior.
- **Coloque los LED en un círculo de manera que la secuencia de LED esté en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario a las agujas del reloj:** Este patrón de luz parece una ruleta.
- **Coloca los LED en forma de corazón:** Puedes utilizar este arreglo para hacer un regalo único para el Día de San Valentín.

Edificio Light Chaser 2

La Figura 17-9 muestra otra forma de construir un cazador de luz. El lado izquierdo del Cazador de Luz 2 es el mismo que el lado izquierdo del Cazador de Luz 1, por lo que los cerebros de ambos circuitos funcionan de la misma manera. El lado derecho del Cazador de Luz 2 está configurado de modo que los LED se encienden secuencialmente desde *LED1* a través de *LED6* y luego de vuelta a *LED1* La secuencia de iluminación sigue este patrón repetitivo: 1-2-3-4-5-6-5-4-3-2. Ajustando el potenciómetro *(R1),* Puede cambiar la velocidad de esta secuencia de iluminación bidireccional.

Tenga en cuenta que cada uno de los LED del medio (*LED2–LED5*) está conectado a dos pines de salida en el CI del contador de décadas 4017, con un diodo entre cada pin de salida y el LED. Al conectar dos pines de salida a un LED, se permite que este se ilumine dos veces durante cada conteo de 0 a 9. Es necesario incluir un diodo en cada pin de salida para evitar que la corriente fluya de regreso al chip 4017. (El Capítulo 9 explica que los diodos funcionan como válvulas unidireccionales para la corriente). Por ejemplo, cuando el pin 5 del 4017 se activa, la corriente fluye desde el pin 5 a través de... *D8* y *LED5* (encendiéndolo), pero diodo *D7* evita que esa corriente fluya de regreso al chip 4017 a través del pin 10.

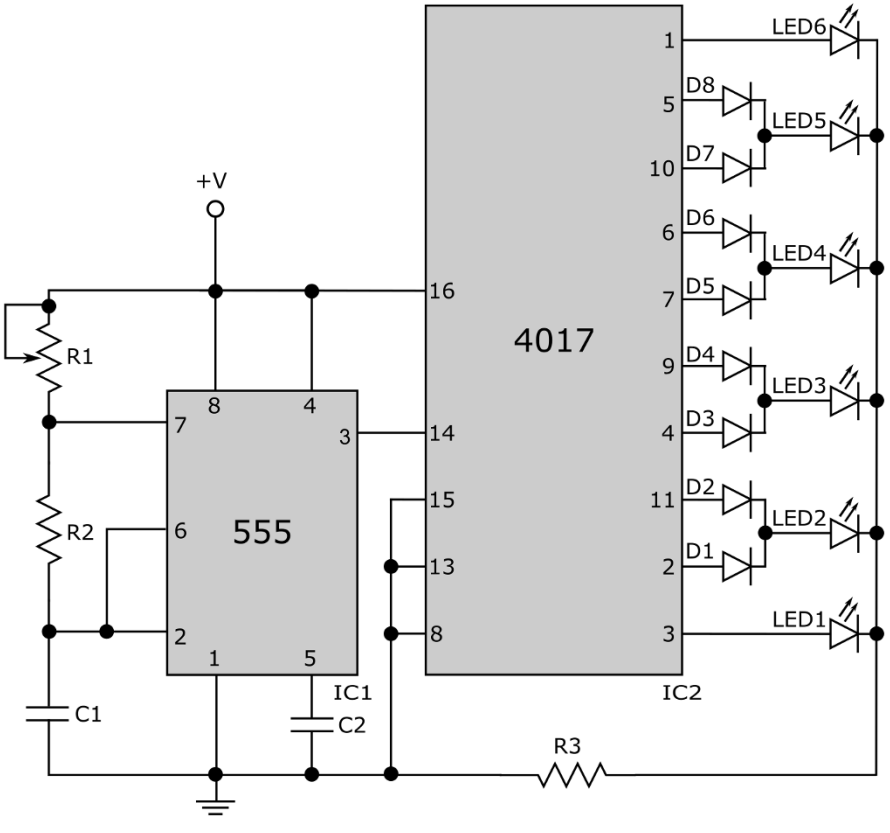


Figura 17-9: Esquema para Light Chaser 2.

¡Luz roja, luz verde, 1-2-3!

En esta sección, les muestro cómo usar un chip temporizador 555 y el contador de décadas 4017 (una vez más) para construir una señal de tráfico simulada de color verde, amarillo y rojo. El esquema de la señal se muestra en la Figura 17-10. Estas son las piezas necesarias para construir este circuito:

- ✓ Batería de 9 voltios (con clip de batería)
- ✓ IC1: IC temporizador LM555
- ✓ IC2: IC contador de décadas CMOS 4017
- ✓ R1: potenciómetro de 100 kΩ
- ✓ R2: resistencia de 22 kΩ (rojo-rojo-naranja)
- ✓ R3: resistencia de 330 Ω (naranja-naranja-marrón)
- ✓ C1: condensador electrolítico (polarizado) de 100 µF

- ✓ C2: condensador de disco (no polarizado) de 0,01 µF
- ✓ LED1: LED verde (cualquier tamaño)
- ✓ LED2: LED amarillo (cualquier tamaño)
- ✓ LED3: LED rojo (de cualquier tamaño)
- ✓ D1–D10: diodo 1N4148

Diodo *D5* No es necesario en el circuito que se muestra en la Figura 17-10. Sin embargo, se necesita un diodo. *D5* Para algunos de los ajustes al diseño de este circuito que describo más adelante, por lo que también podría incluir *D5* desde el principio.

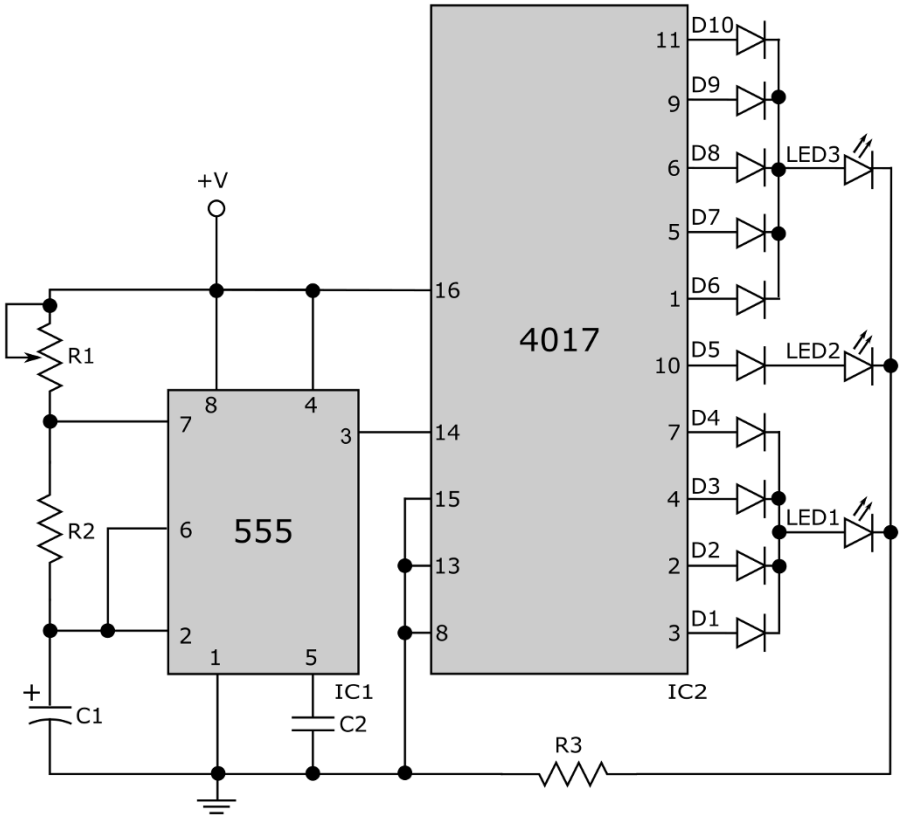


Figura 17-10: Esquema de un semáforo de tres luces.

El chip temporizador 555 se utiliza en modo astable para generar un pulso de onda cuadrada de baja frecuencia en el pin de salida 3. Tenga en cuenta que el valor del condensador *C1* es 100 µF — mucho más grande que el *C1* Valor utilizado para controlar los circuitos de seguimiento de luz en la sección anterior. Cuanto mayor sea la capacitancia, más tiempo tardará en cargarse el condensador y, por lo tanto, más tiempo tardará en activarse el chip 555.

a través del pin 2. Por lo tanto, la salida del temporizador 555 (pin 3) oscila a un ritmo mucho más lento que en los circuitos del perseguidor de luz.

Variando la resistencia del potenciómetro*(R1),*Se controla el ciclo de temporización, pero como este potenciómetro es más pequeño que el utilizado en los circuitos de seguimiento de luz, no se puede variar tanto la temporización. La duración total del ciclo de temporización (es decir, el tiempo que tarda en completarse un pulso ascendente y descendente en el pin 3 del circuito integrado del temporizador 555) está diseñada para oscilar entre 3 y 10 segundos.

Cada pulso de temporización del chip 555 activa el contador de décadas para contar, por lo que las 10 salidas del contador de décadas se activan una a la vez cada 3 a 10 segundos (dependiendo del valor de*R1*). Porque las primeras cuatro salidas del chip 4017 (pines 3, 2, 4 y 7, en ese orden) están conectadas (a través de diodos) al LED verde (*LED1*), el LED verde se encenderá y permanecerá encendido durante los primeros cuatro pulsos del chip temporizador 555. La quinta salida del chip 4017 (pin 10) está conectada al LED amarillo (*LED2*), por lo que se iluminará durante el quinto pulso de temporización. Esto se debe a que las salidas sexta a décima (pines 1, 5, 6, 9 y 11, en ese orden) del chip 4017 están conectadas (mediante diodos) al LED rojo.*(LED3),*El LED rojo se encenderá y permanecerá encendido durante los pulsos de temporización del sexto al décimo. Después, el ciclo se repetirá. (Véase la Figura 17-11).

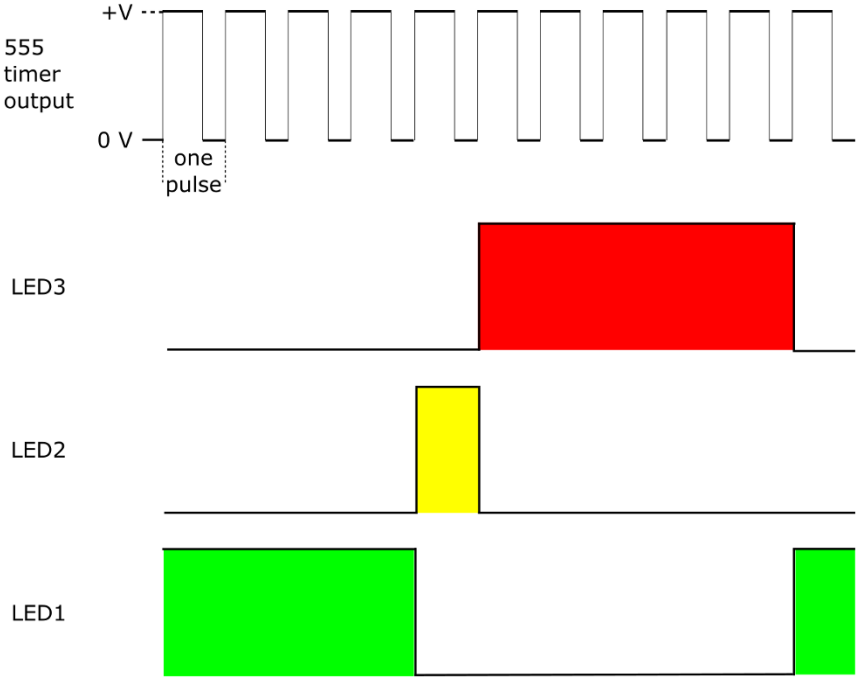


Figura 17-11: El tren de pulsos del chip temporizador 555 activa el contador de décadas 4017 para activar los LED verde, amarillo y rojo de acuerdo con una secuencia de tiempo diseñada.

A continuación se muestran algunas formas en las que puedes modificar el diseño de tu semáforo:

- ✓ **Cambiar la duración de las luces amarillas y rojas:** Desconecte el cátodo (lado negativo) del diodo *D6* de *LED3*, y luego conectarlo (es decir, el cátodo del diodo) *D6*) a *LED2* Ahora el LED amarillo permanecerá encendido durante dos pulsos (en lugar de uno), y el LED rojo permanecerá encendido durante cuatro pulsos (en lugar de cinco).
- ✓ **Añadir otro estado amarillo:** En el Reino Unido, los semáforos cambian de verde a amarillo, de rojo a amarillo y de verde a verde. Para crear esta secuencia, desconecte el cátodo del diodo. *D10* de *LED3*, y luego conectar ese cátodo a *LED2* Ahora, el último pulso del tren de 10 pulsos activará el LED amarillo, creando la secuencia de temporización utilizada en el Reino Unido.
- ✓ **Cambiar la velocidad de la secuencia de tiempo general:** Reemplazar *C1* con un condensador de 47 µF. La secuencia de temporización completa debería ser aproximadamente la mitad de lo que era antes. O intenta usar valores diferentes para *R2* o un potenciómetro diferente para *R1* (Consulte el Capítulo 11 para ver las ecuaciones de tiempo).
- ✓ **Crea una luz roja intermitente (son populares en Nueva Jersey):** Retire los LED amarillo y verde (*LED1* y *LED2*) de modo que básicamente estás desconectando los pines de salida 2, 3, 4, 7 y 10 del 4017. Reemplaza *C1* con un condensador de 4,7 µF. La luz roja intermitente debería encenderse y apagarse cada 0,5 a 5 segundos (dependiendo del valor del potenciómetro). *R1*). (Por supuesto, esto es exagerado. No necesitas el contador de décadas 4017 para hacer esto; solo necesitas un temporizador IC 555 y algunas resistencias y condensadores).
- ✓ **Vuelva a colocar la olla (*R1*) con una resistencia fija:** Si está satisfecho con una secuencia de tiempo específica y desea construir un circuito permanente, no es necesario utilizar un potenciómetro voluminoso.

Quizás conozcas a niños a los que les encantaría tener un semáforo para usar mientras juegan con coches y camiones de juguete, pasean en sus Big Wheels por la entrada de tu casa o juegan a "¡Luz roja, luz verde, 1-2-3!" con sus amigos. Puedes probar el circuito en una placa de pruebas sin soldadura, modificar el diseño para adaptarlo a las necesidades de tus pequeños clientes y luego construir un circuito permanente y meterlo en una caja brillante con tres agujeros para los LED y un gancho o soporte para montarlo. (Si creas un proyecto así, recuerda incluir un interruptor de encendido/apagado para la batería).

Parte IV

La parte de los diez

Verificarwww.dummies.com/extras/electronicspara echar un vistazo a diez personas increíbles cuyos descubrimientos e inventos ayudaron a dar forma a la electrónica moderna.

En esta parte . . .

- ✓ Descubriendo formas de ampliar sus conocimientos de electrónica
- ✓ Cómo añadir herramientas de prueba avanzadas a su arsenal electrónico
- ✓ Descubra dónde comprar sus componentes y herramientas electrónicos

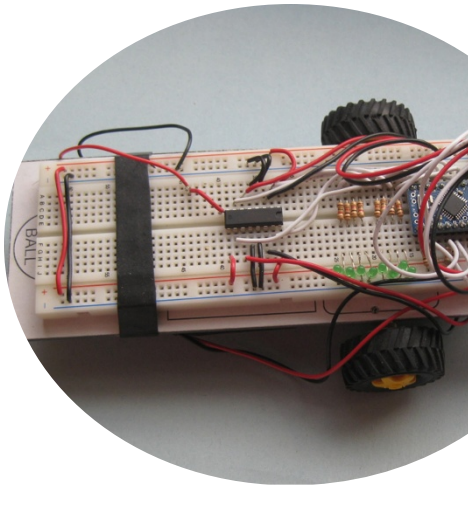
18

Diez maneras de explorar más la electrónica

En este capítulo

- Probar suerte con kits de proyectos ya preparados y diseños de circuitos de otros aficionados.
- Armándose con herramientas de prueba y simulación
- Descubriendo los fundamentos de la arquitectura informática
- Profundizando en los microcontroladores programables y las computadoras de placa única

¿Listo para ampliar tus nuevos conocimientos de electrónica? ¿Quieres ampliar tus horizontes y crear proyectos de electrónica programable? Este capítulo te ofrece una lista de ideas para enriquecer tu experiencia en electrónica.



Surfeando por circuitos

Hay miles de ideas de proyectos disponibles en internet. Usa tu buscador favorito para encontrar proyectos sobre temas o áreas específicas que te interesen. Por ejemplo, busca *circuitos de audio simples* o *Circuitos temporizadores 555* Para obtener muchísimas ideas, algunas con explicaciones completas, esquemas y fotografías de un circuito en placa. O elige una idea para un circuito y comprueba si ya existe. Una búsqueda de...*circuito de alarma de puerta,* Por ejemplo, aparecen muchas ideas de circuitos simples e incluso vídeos de YouTube.

Cómo empezar con kits de pasatiempos

Si quieres hacer cosas geniales pero no quieres empezar desde cero, puedes comprar uno o más kits de electrónica para aficionados. Estos kits incluyen todo lo necesario para construir un circuito funcional: todos los componentes electrónicos.

Componentes, cables, placa de circuito e instrucciones detalladas para ensamblar el circuito. Algunos incluso incluyen una explicación de su funcionamiento.

Encontrará kits para alarmas fotosensibles, semáforos simulados, cerraduras electrónicas de combinación, temporizadores ajustables, pantallas de luces decorativas y mucho más. Muchas de las fuentes de piezas mencionadas en el Capítulo 19 ofrecen kits listos para usar a precios razonables. Puede practicar sus habilidades de construcción y análisis de circuitos con estos kits y luego pasar al diseño, construcción y prueba de sus propios circuitos desde cero.

Simulación del funcionamiento del circuito

Si tiene un diseño de circuito complicado o simplemente desea comprender más sobre cómo se comportará un circuito en particular cuando se enciende, puede usar un*simulador de circuito*Este programa utiliza modelos informáticos de componentes de circuitos para predecir el comportamiento de circuitos reales. Usted le indica qué componentes y fuentes de alimentación utiliza y cómo deben cablearse, y el software le informa sobre el funcionamiento del circuito: la corriente que circula por cada componente, las caídas de tensión entre los componentes, la respuesta del circuito a diferentes frecuencias, etc.

Muchos simuladores de circuitos se basan en un algoritmo estándar de la industria llamado SPICE (Programa de simulación con énfasis en circuitos integrados); puede usarlos para simular y analizar varios circuitos: analógicos, digitales y*señal mixta*(es decir, incorporando tanto analógico como digital). Puede descargar una copia de evaluación gratuita de uno de estos simuladores, Multisym, y probarlo usted mismo visitandowww.ni.com/multisim/try/.

Detección de señales

Un*osciloscopio*Es un equipo de prueba que muestra cómo varía el voltaje con el tiempo mediante una traza a través de un tubo de rayos catódicos (TRC) u otra pantalla con una rejilla calibrada. Se utiliza un osciloscopio para visualizar lo que sucede con los voltajes que varían rápidamente en los circuitos. Si le interesa construir amplificadores de audio y otros circuitos con señales que varían con el tiempo, como el sonido, un osciloscopio puede ser útil para comprender el funcionamiento del circuito e identificar errores. Un buen osciloscopio cuesta unos cientos de dólares, pero puede encontrar excelentes ofertas en eBay o Craigslist.

Contando esos megahercios

Puedes utilizar un*contador de frecuencia*(o medidor de frecuencia) para ayudarle a determinar si su circuito de CA funciona correctamente. Al tocar los cables de este dispositivo de prueba con un punto de señal en un circuito, puede medir la frecuencia de

Esa señal. Por ejemplo, supongamos que crea un transmisor infrarrojo cuya luz debe pulsar a 40 000 ciclos por segundo (también conocido como 40 kHz). Si conecta un contador de frecuencia a la salida del circuito, puede verificar que el circuito produce pulsos a 40 kHz, no a 32 kHz, 110 kHz ni a otros Hz.

Generando una variedad de señales

Para probar el funcionamiento de un circuito, suele ser útil aplicar una señal de entrada conocida al circuito y observar su comportamiento. Puedes usar un*generador de funciones* Para crear formas de onda de CA con señales repetitivas de diversas formas y tamaños, y aplicar la forma de onda generada a la entrada del circuito que se está probando. La mayoría de los generadores de funciones desarrollan tres tipos de formas de onda: sinusoidal, triangular y cuadrada. Se puede ajustar la frecuencia de las formas de onda desde un mínimo de entre 0,2 Hz y 1 Hz hasta un máximo de entre 2 MHz y 20 MHz. Algunos generadores de funciones incluyen un contador de frecuencia integrado para cronometrar con precisión las formas de onda generadas. También se puede usar un contador de frecuencia independiente para ajustar con precisión la salida del generador de funciones.

Explorando arquitecturas informáticas básicas

En el capítulo 11, descubrirás cómo*puertas lógicas*(Proceso AND, OR, NAND, etc.)*bits*(1s y 0s) de datos y que se pueden adquirir circuitos integrados (CI) especializados que contienen puertas lógicas. El capítulo 11 también muestra un diagrama básico de un circuito semisumador que utiliza solo dos puertas lógicas. Circuitos como el semisumador forman la base de las arquitecturas informáticas. Al conectar varias puertas lógicas correctamente, se pueden crear circuitos que calculan, almacenan y controlan información (series de 1s y 0s organizados en grupos de 8 llamados...*bytes*). Comience su viaje en el fascinante campo de la arquitectura informática construyendo circuitos lógicos digitales que utilizan LED como indicadores de salida. (Consulte www.doctronics.co.uk/4008.htm(para obtener una descripción detallada de cómo construir un sumador binario completo de 4 bits).

Microcontrolando su entorno

En el capítulo 11, podrás echar un vistazo a un*microcontrolador,*Es una pequeña computadora en un chip. Creas un programa en tu computadora y lo descargas en el chip. Al encenderlo, este sigue las instrucciones del programa. Los microcontroladores BASIC Stamp y PICAXE son alternativas económicas que utilizan el lenguaje de programación BASIC, fácil de aprender. Sin embargo, el sistema de microcontrolador Arduino, fácil de usar y con un lenguaje de programación similar a C, ha ganado popularidad en los últimos años gracias a su entorno de desarrollo integrado (IDE) simplificado, su versatilidad, su precio asequible y su enorme comunidad de usuarios en línea.

Puede comprar un kit de inicio Arduino completo, que incluye un microcontrolador, IDE, libro de proyectos, placa de pruebas, cables, servomotor, fotorresistencia, sensor de inclinación, sensor de temperatura y otros componentes discretos, por menos de $85 enhttps://store.arduino.cc.(Y en eBay se venden kits de Arduino de imitación con un montón de extras geniales por unos 50 $. Estos completos kits de microcontroladores te permiten programar circuitos para interactuar con tu entorno, tomar lecturas de sensores, tomar decisiones basadas en ellas y ejecutar acciones basadas en ellas. Arduino te ofrece una entrada al campo de la robótica. Echa un vistazo.*Arduino para tontos* por John Nussey (Wiley Publishing, Inc.), y estar atento al creciente campo de los microcontroladores fáciles de usar, porque están apareciendo en el mercado nuevas características (como Wi-Fi integrado) y productos competitivos.

Probando una Raspberry Pi

La Raspberry Pi es una serie de computadoras de placa única que se conectan a un televisor o monitor y a un teclado estándar. La Pi original funciona con Linux, pero la segunda generación también lo hace con una versión de Windows 10. La Pi se programa con Python o con cualquiera de sus IDE. Aunque no es tan fácil de usar como Arduino, la Raspberry Pi es igual de económica (aproximadamente $35) y cuenta con una gran comunidad de usuarios en línea. Concebida como una herramienta educativa para enseñar programación a niños, la Raspberry Pi goza de una enorme popularidad y se ha convertido en el núcleo de muchos proyectos de afición con computadoras integradas, como una radio por internet y una caja nido infrarroja. Con la Raspberry Pi aprenderás más sobre programación que sobre electrónica básica, pero sin duda podrás generar ideas que integren ambas habilidades. Descubre*Raspberry Pi para tontos,*2.ª edición de Sean McManus (Wiley Publishing, Inc.), o visite www.raspberrypi.org.

Inténtalo, fríelo y vuelve a intentarlo

Quizás la mejor manera de ampliar tus conocimientos de electrónica sea desarrollar tus propias ideas, diseñar circuitos, construirlos y probarlos, y luego retocar tu diseño. A veces, la única manera de descubrir las limitaciones de las distintas piezas o diseños es quemar algunos LED, quemar un par de circuitos integrados o pasarse la noche entera investigando a fondo un circuito que no funciona hasta descubrir qué falla. Como decía Valerie Frizzle, una profesora de ciencias popular: "¡Arriésgate, comete errores, ensuciate!" (Pero, por favor, ¡toma precauciones de seguridad sin importar lo que hagas!).

19

Diez grandes productos electrónicos

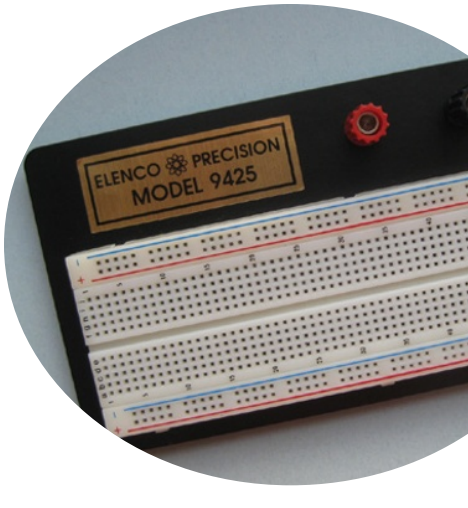
Fuentes de piezas

En este capítulo

- Fuentes de piezas de todo el mundo
- Evitar sustancias peligrosas
- Comprender los pros y contras de las piezas sobrantes

Yo ¿Busca excelentes proveedores para sus componentes electrónicos? Este capítulo le presenta algunos de los favoritos de siempre, tanto dentro como fuera de Norteamérica. Esta lista no es exhaustiva; puede encontrar literalmente miles de tiendas especializadas para productos electrónicos nuevos y usados. Además, Amazon y eBay ofrecen mercados virtuales para todo tipo de vendedores, desde minoristas consolidados hasta particulares que venden piezas y componentes.

De sus hogares. Pero las fuentes que enumero aquí se encuentran entre las más consolidadas en el campo, y todas tienen páginas web para pedidos en línea. (Algunas también ofrecen catálogos impresos).



América del norte

Consulta estos recursos en línea si compras en Estados Unidos o Canadá. La mayoría de estas tiendas realizan envíos a todo el mundo, así que si vives en otro país, puedes considerar comprar en ellas. Recuerda que los gastos de envío pueden ser más altos y que podrías tener que pagar aranceles de importación, según las regulaciones de tu país.

Toda la electrónica

www.allelectronics.com

All Electronics tiene una tienda minorista en el área de Los Ángeles y envía pedidos a todo el mundo. La mayor parte de su inventario está...*nuevo superávit,*Lo que significa que la mercancía es completamente nueva, pero la empresa ha acumulado un exceso de existencias. All Electronics cuenta con un catálogo impreso, que también está disponible en formato PDF en su sitio web. El stock cambia con frecuencia y las últimas actualizaciones solo están disponibles en el sitio web.

Electrónica aliada

www.alliedelec.com

Allied Electronics es lo que se conoce como una*distribuidor de medias.*Ofrece productos de diversos fabricantes, y la mayoría de las piezas están disponibles para envío inmediato desde el almacén de Allied en Fort Worth, Texas. Allied está dirigido a profesionales de la electrónica, pero también da la bienvenida a aficionados. El catálogo de Allied es...*enorme,*Está disponible tanto en el sitio web como en versión impresa. También puede encontrar piezas mediante la función de búsqueda en el sitio web de Allied.

Digi-Key

www.digikey.com

Si lo busca, Digi-Key probablemente lo tenga. Al igual que Allied Electronics, Digi-Key es un distribuidor con inventario, con miles y miles de artículos. Digi-Key acepta pedidos pequeños y ofrece tarifas de envío razonables por USPS. Su sistema de pedidos en línea incluye información detallada del producto, precio, disponibilidad e incluso enlaces a las fichas técnicas. El sitio web ofrece un práctico buscador para que pueda encontrar rápidamente lo que busca, así como un catálogo interactivo en línea (con la función de ampliación que necesitará). Digi-Key también le enviará un catálogo impreso gratuito, pero para leer la letra pequeña, tendrá que usar sus gafas. El texto tiene que ser diminuto para que quepa todo.

Mina de oro electrónica

www.goldmine-elec.com

Electronic Goldmine vende piezas nuevas y sobrantes, desde la humilde resistencia hasta láseres exóticos. Su sitio web está organizado por categorías, lo que facilita los pedidos. (Una categoría, denominada "Raras y Esotéricas", podría ser donde Doc Brown consiguió el condensador de flujo que hizo posible el viaje en el tiempo en...*Regreso al futuro.*) La mayoría de las piezas se venden por separado con una imagen a color y una breve descripción. No olvides consultar la amplia selección de kits para proyectos.

Electrónica Jameco

www.jameco.com

Jameco vende componentes, kits, herramientas y más, ofreciendo pedidos convenientes tanto en línea como por catálogo. Puede explorar el sitio web por categoría o, si conoce el número de pieza que le interesa (como un transistor 2N2222), puede encontrarlo introduciéndolo en el buscador. También puede usar la función de búsqueda para categorías de piezas, como motores, baterías o condensadores. Simplemente escriba el término de la categoría, presione Intro y listo.

Electrónica Mouser

www.mouser.com

Al igual que Allied y Digi-Key, Mouser es un distribuidor con decenas de miles de piezas disponibles. Si no las encuentra en Mouser, probablemente no existan. Mouser ofrece más de 165,000 resistencias, listadas en la categoría "Componentes Pasivos". Puede pedirlas en su tienda en línea o en su extenso catálogo impreso. No dude en solicitar un catálogo impreso para tenerlo en su mesita de noche, o deje que su ratón explore el catálogo en línea de Mouser.

Repuestos Express

www.parts-express.com

Parts Express se especializa en componentes electrónicos y otros equipos para aficionados al audiovisual. Encontrará una amplia selección de componentes individuales, con reseñas de usuarios, así como kits de proyectos y otros recursos para el bricolaje en el sitio web de Parts Express. Consulte la presentación de proyectos, la lista completa de fórmulas (incluida la Ley de Ohm) y el glosario técnico. No olvide consultar la información de seguridad electrónica. ¡También encontrará Parts Express en eBay, Facebook y Twitter!

RadioShack

www.radioshack.com

RadioShack es quizás la fuente más reconocida del mundo de electrónica para aficionados, pero lamentablemente, "The Shack" se declaró en bancarrota (Capítulo 11) a principios de 2015 y el futuro de su marca es incierto. A mediados de 2015, aproximadamente la mitad de las 4000 tiendas de RadioShack estaban en proceso de cierre, pero es probable que aún encuentre una a una distancia razonable en coche de su casa. Si necesita una resistencia, un condensador o un transistor de inmediato, definitivamente no lo encontrará en Walmart ni en Best Buy, pero sí en su RadioShack local. RadioShack también tiene una tienda en línea, RadioShack.com, pero recibí muchos...

A mediados de 2015, recibí mensajes de "agotado en línea" al buscar componentes varias veces. ¡Ojalá las tiendas locales sobrevivan y prosperen!

Fuera de América del Norte

¡La electrónica es popular en todo el mundo! Aquí tienes algunos sitios web que puedes visitar si vives en lugares como Australia o el Reino Unido. Al igual que las tiendas online norteamericanas, la mayoría de estas también realizan envíos a todo el mundo. Consulta sus páginas de pedidos para más información.

Primer Ministro Farnell (Reino Unido)

www.farnell.com

Con sede en el Reino Unido, pero con operaciones en 24 países de Europa, Asia Pacífico y América, Premier Farnell cuenta con un inventario de unos 500.000 productos. Opera bajo varios nombres comerciales, como Farnell element14 (Europa), element14 (Asia Pacífico), Newark element14 (Norteamérica) y Farnell Newark (Brasil). Para solicitar productos, visitewww.farnell.com, Seleccione su país de la extensa lista en la página de inicio y tendrá acceso a una amplia gama de productos.

Maplin (Reino Unido)

www.maplin.co.uk

Maplin ofrece un cómodo sistema de pedidos en línea para compradores en el Reino Unido y la República de Irlanda. La empresa también presta servicio a decenas de tiendas minoristas en todo el Reino Unido e Irlanda.

¿Qué es el cumplimiento de RoHS?

Cuando esté buscando piezas, es posible que vea el término *Cumple con RoHS* junto a algunas de las partes. El término *RoHS* (pronunciado "ROW-haas") se refiere a la directiva sobre la restricción de sustancias peligrosas, adoptada en 2003 por la Unión Europea (UE). La directiva RoHS, que entró en vigor en 2006, restringe la comercialización en el mercado de la UE de nuevos dispositivos eléctricos y electrónicos que contengan más de un nivel especificado de plomo y otras cinco sustancias peligrosas. Las empresas que producen productos electrónicos de consumo e industriales deben preocuparse por el cumplimiento de la RoHS si desean vender productos en países de la UE (y China, que tiene su propia especificación RoHS), pero si simplemente está experimentando con dispositivos electrónicos en su hogar, no necesita preocuparse por usar soldadura sin plomo ni otras piezas que cumplan con la RoHS. Eso sí, no deje que su gato se coma la soldadura.

¿Nuevo o excedente?

Superávit Es una palabra con un fuerte significado. Para algunos, significa chatarra que simplemente llena el garaje, como tiendas de campaña de lona mohosas o palas plegables destartaladas que usaba el Ejército de EE. UU. en los años 50. Para el verdadero aficionado a la electrónica, "excedente" tiene un significado diferente: componentes asequibles que ayudan a estirar el presupuesto para construir aparatos electrónicos.

Superávit Simplemente significa que el fabricante o comprador original del producto ya no lo necesita. Es simplemente excedente de existencias para la reventa. En el caso de la electrónica, excedente rara vez significa usado, como podría ocurrir con otros componentes excedentes, como motores o dispositivos mecánicos reacondicionados. Salvo componentes difíciles de encontrar, como equipos de radioaficionado antiguos, los excedentes electrónicos suelen ser completamente nuevos, y alguien aún fabrica activamente gran parte de estos equipos. En este caso, excedente simplemente significa extra.

La principal ventaja de comprar en tiendas de electrónica de excedentes es el precio: incluso los componentes nuevos suelen ser más baratos que en las tiendas de electrónica general. La desventaja es que la selección podría ser limitada, independientemente de los componentes que la tienda haya podido comprar. No espere encontrar resistencias o condensadores de todos los valores y tamaños, por ejemplo.

Recuerda que al comprar excedentes, no obtienes garantía del fabricante. A veces, esto se debe a que el fabricante ya no opera. Aunque la mayoría de los vendedores de excedentes aceptan devoluciones si un artículo está defectuoso (a menos que se indique lo contrario en sus catálogos), siempre debes considerar los excedentes tal como están, sin garantía implícita ni intencionada (y toda esa palabrería de abogados).

Glosario

Aquí tienes muchos de los términos que encontrarás a lo largo de tu vida con la electrónica. Conocerlos te ayudará a dominar el lenguaje electrónico.

batería alcalina: Un tipo de batería no recargable. *Véase también*batería.

corriente alterna (CA): Corriente caracterizada por un cambio en la dirección del flujo de electrones. *Véase también*corriente continua (CC).

amperio: La unidad estándar de corriente eléctrica, comúnmente conocida como amperio. Un amperio es la intensidad de una corriente eléctrica cuando 6,241 x 10_{18} Las partículas cargadas eléctricamente pasan por el mismo punto en un segundo. *Véase también*actual, yo.

amplitud: La magnitud de una señal eléctrica, como voltaje o corriente.

circuito analógico: Un circuito que procesa señales analógicas. *Véase también*circuito digital.

señal analógica: Un voltaje o corriente variable que constituye una representación biunívoca de una cantidad física, como el sonido o el desplazamiento.

ánodo: El terminal de un dispositivo por el que fluye corriente convencional (carga positiva hipotética). En dispositivos que consumen energía, como los diodos, el ánodo es el terminal positivo; en dispositivos que liberan energía, como las baterías, el ánodo es el terminal negativo. *Véase también*cátodo.

Correa de muñeca antiestática: Un dispositivo utilizado para evitar la acumulación de electricidad estática en personas que trabajan con equipos electrónicos sensibles.

rango automático: Una característica de algunos multímetros que establece automáticamente el rango de prueba.

AWG (calibre de cable americano): *Ver*calibre del cable.

batería: Una fuente de energía que utiliza una reacción electroquímica para producir un voltaje positivo en un terminal y uno negativo en el otro. Este proceso implica la adición de dos tipos de metal diferentes a una sustancia química específica. *Véase también*batería alcalina, batería de litio, batería de níquel-cadmio (NiMH), batería de níquel-hidruro metálico (NiCd) y batería de zinc-carbono.

sesgo: Aplicar una pequeña cantidad de voltaje a un diodo o a la base de un transistor para establecer un punto de operación deseado.

transistor bipolar: Un tipo común de transistor que consta de dos uniones pn fusionadas. *Véase también*transistor.

poco: Abreviatura de*dígito binario*Un dígito que tiene un valor de 0 o 1.

tablero de circuitos: También conocido como*placa de prototipos*o*placa de pruebas sin soldadura;*Una placa de plástico rectangular y angular (disponible en varios tamaños) que contiene grupos de orificios de contacto interconectados eléctricamente. Se conectan componentes (resistencias, condensadores, diodos, transistores y circuitos integrados, por ejemplo) y luego se conectan los cables para construir un circuito.*Véase también*placa de pruebas de soldadura.

franja de autobús:*Ver*carril de potencia.

byte: Una agrupación de ocho bits utilizada como unidad básica de información para el almacenamiento en sistemas informáticos.

cable: Un grupo de dos o más cables protegidos por una capa exterior de aislamiento, como un cable de alimentación común.

capacidad: La capacidad de almacenar energía en un campo eléctrico, medida en faradios. *Véase también*condensador.

condensador: Un componente que proporciona la propiedad de capacitancia en un circuito. *Véase también*capacidad.

cátodo: El terminal de un dispositivo desde el que fluye corriente convencional (carga positiva hipotética). En dispositivos que consumen energía, como los diodos, el cátodo es el terminal negativo; en dispositivos que liberan energía, como las baterías, el cátodo es el terminal positivo.*Véase también*ánodo.

circuito: Un camino completo que permite que fluya la corriente eléctrica.

revestimiento: Una lámina extremadamente delgada de cobre que se pega sobre una base hecha de plástico, epoxi o fenol para hacer una placa de circuito impreso.

circuito cerrado: Un circuito ininterrumpido a través del cual puede fluir corriente.*Véase también* circuito abierto.

posición cerrada: La posición de un interruptor que permite que fluya la corriente.*Véase también* posición abierta.

junta de soldadura en frío: Una unión defectuosa que ocurre cuando la soldadura no fluye correctamente alrededor de las partes metálicas.

conmutador: Un dispositivo utilizado para cambiar la dirección de la corriente eléctrica en un motor o generador.

componente: Una parte utilizada en un circuito, como una batería o un diodo.

conductor: Una sustancia a través de la cual la corriente eléctrica puede moverse libremente.

conector: Un receptáculo de metal o plástico en un equipo (un conector telefónico en la pared, por ejemplo) en el que encaja el extremo de un cable.

continuidad: Un tipo de prueba que se realiza con un multímetro para establecer si un circuito está intacto entre dos puntos.

corriente convencional: El flujo de carga positiva hipotética desde un voltaje positivo a uno negativo; el inverso de la corriente real. *Véase también* corriente real.

actual: El flujo de partículas cargadas eléctricamente. *Véase también* amperio, yo.

bomba desoldadora: *Ver* Succionador de soldadura.

circuito digital: Un circuito que procesa señales digitales. *Véase también* circuito analógico.

señal digital: Un patrón que consta de solo dos niveles de voltaje o corriente que representan datos digitales binarios.

diodo: Componente electrónico semiconductor compuesto por una unión pn que permite que la corriente eléctrica fluya en un sentido con mayor facilidad que en el contrario. Los diodos se utilizan comúnmente para convertir la corriente alterna en corriente continua, limitando el flujo de corriente en una sola dirección.

corriente continua (CC): Un tipo de corriente en la que los electrones se mueven en una sola dirección, como la corriente eléctrica generada por una batería.

interruptor bipolar de doble tiro (DPDT): Un tipo de interruptor con dos contactos de entrada y cuatro de salida. Es un interruptor de encendido/apagado dual que se comporta como dos interruptores SPDT sincronizados.

interruptor bipolar, unidireccional (DPST): Un tipo de interruptor con dos contactos de entrada y dos de salida. Es un interruptor de encendido/apagado dual que se comporta como dos interruptores SPST sincronizados.

DPDT: *Ver* interruptor bipolar, doble tiro (DPDT).

DPST: *Ver* interruptor bipolar, unidireccional (DPST).

tierra física: Una conexión eléctrica directa a la tierra. *Véase también* suelo.

corriente eléctrica: *Ver* actual.

señal eléctrica: El patrón temporal de una corriente eléctrica. A menudo, la forma en que una señal eléctrica cambia de forma transmite información sobre algún elemento físico, como la intensidad de la luz, el calor o el sonido, o la posición de un objeto, como el diafragma de un micrófono o el eje de un motor.

electricidad: El desplazamiento de electrones a lo largo de un conductor.

electroimán: Un imán temporal que consiste en un alambre enrollado alrededor de una pieza de metal (normalmente, una barra de hierro). Al pasar corriente por el alambre, el metal se magnetiza. Al cortar la corriente, el metal pierde su magnetismo.

fuerza electromotriz: Una fuerza de atracción entre cargas positivas y negativas, medida en voltios.

electrón: Una partícula subatómica cargada negativamente. *Véase también* protón.

ESD (descarga electrostática): *Ver* electricidad estática.

filete: Un área elevada formada por soldadura.

terreno flotante: Un circuito de tierra que no está conectado a tierra.

flujo: Una sustancia similar a la cera que ayuda a que la soldadura fundida fluya alrededor de los componentes y los cables y garantiza una buena unión.

frecuencia: Medida de la frecuencia con la que se repite una señal de CA, medida en ciclos por segundo o hercios (Hz). El símbolo de frecuencia es *f*. *Véase también* hercios (Hz).

ganar: La cantidad en que se amplifica una señal (el voltaje de la señal que sale dividido por el voltaje de la señal que entra).

indicador: *Ver* calibre del cable.

suelo: Una conexión en un circuito utilizada como referencia (0 voltios) para un circuito. *Véase también* conexión a tierra.

disipador de calor: Una pieza de metal que se fija firmemente al componente que se desea proteger. El disipador absorbe el calor y ayuda a evitar que este destruya el componente.

manos que ayudan con la abrazadera: También llamada abrazadera de tercera mano; clips ajustables que sujetan piezas pequeñas mientras trabajas en proyectos.

hercios (Hz): La medida del número de ciclos por segundo en corriente alterna. *Véase también* frecuencia.

señal alta: En electrónica digital, una señal de 5 voltios o cercana a ellos (normalmente 3-5 V) que representa uno de dos estados binarios.

I: El símbolo de la corriente convencional, medida en amperios (amps). *Véase también* amperio, corriente.

CI: *Ver* circuito integrado (CI).

inductancia: La capacidad de almacenar energía en un campo magnético (medida en henrys). *Véase también* inductor.

inductor: Un componente que proporciona la propiedad de inductancia a un circuito. *Véase también* inductancia.

sensor de temperatura infrarrojo: Un tipo de sensor de temperatura que mide la temperatura eléctricamente.

aislante: Una sustancia a través de la cual la corriente eléctrica no puede moverse libremente.

circuito integrado (CI): También conocido como chip; un componente que contiene varios componentes miniaturizados, como resistencias, transistores y diodos, conectados en un circuito que realiza una función designada.

inversor: También conocida como puerta NOT, es una puerta lógica de una sola entrada que invierte la señal de entrada. Una entrada baja produce una salida alta, y una entrada alta produce una salida baja. *Véase también* puerta lógica.

modo inversor: Un proceso mediante el cual un amplificador operacional invierte una señal de entrada para producir la señal de salida.

Jacobo: Un tipo de conector. *Véase también* conector.

joule: Una unidad de energía.

batería de litio: Una batería desechable liviana que genera aproximadamente 3 voltios y tiene una mayor capacidad que una batería alcalina. *Véase también* batería.

circuito en vivo: Un circuito al que se le ha aplicado voltaje.

puerta lógica: Un circuito digital que acepta valores de entrada y determina qué valor de salida producir según un conjunto de reglas.

señal baja: En electrónica digital, una señal de 0 voltios o cercana a ellos (normalmente 0–2 V) que representa uno de dos estados binarios.

microcontrolador: Un circuito integrado programable.

multímetro: Un dispositivo de prueba electrónica utilizado para medir factores como voltaje, resistencia y corriente.

termistor de coeficiente de temperatura negativo (NTC): Una resistencia cuya resistencia disminuye con el aumento de la temperatura. *Véase también* resistencia, termistor.

batería de níquel-cadmio (NiCd): El tipo más popular de batería recargable. Algunas baterías de NiCd presentan el efecto memoria, lo que requiere que se descarguen por completo antes de poder recargarse a plena capacidad. *y también* batería.

batería de níquel-metal hidruro (NiMH): Un tipo de batería recargable que ofrece una mayor densidad de energía que una batería recargable de NiCd. *Véase también* batería.

valor nominal: El valor indicado de una resistencia u otro componente. El valor real puede variar respecto al valor nominal según la tolerancia del dispositivo. *Véase también*tolerancia.

Semiconductor de tipo N: Un semiconductor dopado con impurezas para que tenga más electrones libres que un semiconductor puro.

ohm: Unidad de resistencia; su símbolo es Ω. *Véase también*R, resistencia.

Ley de Ohm: Una ecuación que define la relación entre voltaje, corriente y resistencia en un circuito eléctrico.

circuito abierto: Un tipo de circuito en el que se desconecta un cable o componente, lo que impide que fluya la corriente. *Véase también*circuito cerrado.

puesto vacante: La posición de un interruptor que evita que fluya la corriente. *Véase también*posición cerrada.

amplificador operacional (op amp): Un circuito integrado que contiene varios transistores y otros componentes. En muchas aplicaciones, su rendimiento es mucho mejor que el de un amplificador de un solo transistor. Por ejemplo, un amplificador operacional puede proporcionar una amplificación uniforme en un rango de frecuencias mucho más amplio que un amplificador de un solo transistor.

oscilador: Un circuito que genera una señal electrónica repetitiva.

osciloscopio: Un dispositivo electrónico que mide voltaje, frecuencia y varios otros parámetros para variar las formas de onda.

almohadilla: Un punto de contacto en una placa de circuito impreso que se utiliza para conectar componentes.

Phillips: Tanto un tornillo con una ranura en forma de signo más (+) en su cabeza como el destornillador utilizado con él.

efecto piezoeléctrico: La capacidad de ciertos cristales, como el cuarzo o el topacio, de expandirse o contraerse cuando se les aplica voltaje o de producir voltaje cuando se los aprieta o se los mueve.

unión pn: El punto de contacto entre un semiconductor tipo P, como el silicio dopado con boro, y un semiconductor tipo N, como el silicio dopado con fósforo. La unión p-n es la base de los diodos y transistores bipolares. *Véase también*transistor bipolar, diodo.

termistor de coeficiente de temperatura positivo (PTC): Un dispositivo cuya resistencia aumenta con el aumento de la temperatura. *Véase también*resistencia, termistor.

potenciómetro: Una resistencia variable que permite el ajuste continuo de la resistencia desde prácticamente cero ohmios hasta un valor máximo.

fuerza: La medida de la cantidad de trabajo que realiza la corriente eléctrica al circular por un componente eléctrico, medida en vatios.

carril de potencia: Una serie de orificios de contacto eléctrico interconectados en una columna de una placa de pruebas sin soldadura, diseñada para la distribución de energía. También conocida como regleta de bus.

resistencia de precisión: Un tipo de resistencia con baja tolerancia (la desviación permitida de su valor establecido o nominal). *Véase también* valor nominal, tolerancia.

protón: Una partícula subatómica cargada positivamente. *Véase también* electrón.

placa de prototipos: *Ver* tablero de circuitos.

Semiconductor tipo P: Un semiconductor dopado con impurezas de modo que tiene menos electrones libres que un semiconductor puro.

legumbres: Una ráfaga de corriente o voltaje, que generalmente comienza con un aumento abrupto y termina con una caída abrupta.

modulación por ancho de pulso: Un método para controlar la velocidad de un motor que activa y desactiva el voltaje en pulsos rápidos. Cuanto más largos sean los intervalos de activación, más rápido será el motor.

R: El símbolo de la resistencia. *Véase también* ohmio, resistencia.

Constante de tiempo RC: Un cálculo del producto de la resistencia y la capacitancia que define el tiempo que lleva cargar un capacitor a dos tercios de su voltaje máximo o descargarlo a un tercio de su voltaje máximo.

corriente real: El flujo de electrones desde un voltaje negativo a uno positivo. *Véase también* corriente convencional.

relé: Un dispositivo que actúa como un interruptor en el sentido de que cierra o abre un circuito dependiendo del voltaje que se le suministra.

resistencia: Una medida de la oposición de un componente al flujo de corriente eléctrica, medida en ohmios. *Véase también* oh, R.

resistor: Un componente con una cantidad fija de resistencia que se puede agregar a un circuito para restringir el flujo de corriente. *Véase también* resistencia.

removedor de fundente de colofonia: Detergente que se usa después de soldar para limpiar cualquier resto de fundente y evitar que oxide el circuito. Disponible en botella o aerosol.

esquemático: Un dibujo que muestra cómo se conectan los componentes de un circuito.

semiconductor: Un material, como el silicio, que tiene algunas de las propiedades tanto de los conductores como de los aislantes.

sensor de temperatura de semiconductores: Un tipo de sensor de temperatura que mide la temperatura eléctricamente.

sensor: Un componente electrónico que detecta una condición o un efecto, como calor o luz, y lo convierte en una señal eléctrica.

circuito en serie: Un circuito en el que la corriente circula secuencialmente por cada componente.

cortocircuito: Una conexión accidental entre dos cables o componentes que permite que la corriente pase a través de ellos en lugar de a través del circuito previsto.

interruptor unipolar de dos posiciones (SPDT): Un tipo de interruptor con un contacto de entrada y dos de salida. Conmuta la entrada entre dos opciones de salida. También se conoce como interruptor de encendido/encendido o de conmutación.

interruptor unipolar, unidireccional (SPST): Un tipo de interruptor con un contacto de entrada y uno de salida. También se conoce como interruptor de encendido/apagado.

Núcleo de resina 60/40: Soldadura con 60 % de estaño y 40 % de plomo (la proporción exacta puede variar ligeramente) con un núcleo de fundente de colofonia. Este tipo de soldadura es ideal para trabajar con electrónica.*Véase también*soldadura, soldadura.

interruptor deslizante: Un tipo de interruptor que se desliza hacia adelante o hacia atrás para encender o apagar algo (por ejemplo, una linterna).

célula solar: Un tipo de semiconductor que genera una corriente cuando se expone a la luz.

soldar: Una aleación de metal que se calienta y se aplica a dos cables o conductores de metal y se deja enfriar, formando una unión conductora.*Véase también*Núcleo de resina 60/40, para soldar.

placa de pruebas de soldadura: Una placa de pruebas en la que se sueldan los componentes en su lugar. *Véase también*tablero de circuitos.

soldadura: El método que se utiliza en los proyectos electrónicos para ensamblar componentes en una placa de circuito y construir un circuito eléctrico permanente. En lugar de usar pegamento para unir los componentes, se utilizan pequeñas gotas de metal fundido o soldadura.*Véase también*soldar.

soldador: Una herramienta similar a una varilla que consta de un mango aislado, un elemento calefactor y una punta de metal pulida que se utiliza para aplicar soldadura.

lápiz de soldar:*Ver*soldador.

placa de pruebas sin soldadura:*Ver*tablero de circuitos.

Succionador de soldadura: También conocida como bomba desoldadora; una herramienta que consiste en un vacío accionado por resorte que se utiliza para eliminar el exceso de soldadura.

mecha de soldadura: También conocida como trenza de soldadura, es un dispositivo que se utiliza para retirar soldaduras difíciles de alcanzar. La mecha de soldadura es una trenza plana de cobre que funciona porque el cobre absorbe la soldadura con mayor facilidad que el estañado de la mayoría de los componentes y circuitos impresos.

alambre sólido: Un cable que consta de un solo hilo.

Conector SPDT: *Ver*interruptor unipolar y doble tiro (SPDT).

Conector SPST: *Ver*interruptor unipolar, unidireccional (SPST).

electricidad estática: Carga que se acumula sobre o dentro de un objeto y permanece estacionaria hasta que se le proporciona una vía para fluir. El rayo es una forma de electricidad estática.

alivio de tensión: Un dispositivo que se sujeta alrededor de un cable y evita que usted pueda sacarlo de la carcasa.

cable trenzado: Un cable metálico formado por varios alambres finos trenzados entre sí formando un haz envuelto en material aislante.

capacitancia parásita: Energía que se almacena en un circuito de manera involuntaria cuando se generan campos eléctricos entre cables o conductores que están colocados demasiado cerca unos de otros.

Terminal: Una pieza de metal a la que se conectan cables (como con un terminal de batería).

termistor: Una resistencia cuyo valor de resistencia varía con los cambios de temperatura.

par termoeléctrico: Un tipo de sensor que mide la temperatura eléctricamente.

abrazadera de tercera mano: También llamada abrazadera de mano amiga; una abrazadera pequeña y con peso que sujeta las piezas mientras se suelda.

estañado: El proceso de calentar una herramienta de soldar y aplicar una pequeña cantidad de soldadura a la punta para evitar que la soldadura se adhiera a la punta.

tolerancia: La variación del valor nominal de un componente debido al proceso de fabricación expresada como porcentaje.*Véase también*valor nominal.

rastro: Un cable en una placa de circuito que corre entre las almohadillas para conectar eléctricamente los componentes.

transistor: Un dispositivo semiconductor que se utiliza comúnmente para conmutar y amplificar señales eléctricas.

V: El símbolo del voltaje, también representado por E. *Véase también* Voltaje.

condensador variable: Un condensador cuya capacitancia se puede alterar dinámicamente de forma mecánica o eléctrica. *Véase también* capacitancia, condensador.

inductor variable: Una bobina de alambre que rodea una pieza metálica móvil. Al girar la pieza, se modifica la inductancia de la bobina.

resistencia variable: *Ver* potenciómetro.

Voltaje: Una fuerza de atracción entre cargas positivas y negativas.

divisor de tensión: Un circuito que utiliza caídas de tensión para producir una tensión inferior a la tensión de alimentación en puntos específicos del circuito.

caída de tensión: La disminución resultante del voltaje cuando el voltaje atrae electrones a través de una resistencia (u otro componente), y la resistencia absorbe parte de la energía eléctrica.

cable: Una hebra larga de metal, generalmente de cobre, que se utiliza en proyectos electrónicos para conducir corriente eléctrica.

calibre del cable: Un sistema de medición del diámetro de un alambre.

batería de zinc-carbono: Una batería desechable de baja calidad. *Véase también* batería.

Índice

• Números •

Transformador 1:1, 145
Núcleo de resina 60/40, de soldadura,
temporizador 244 555
Kit de inicio para constructor de circuitos, descripción de 252, 204-205
Proyectos de cazadores de luz, 343–346
Proyecto de alarma con detección de luz, 333 Proyecto de sirena, 339–340
Proyecto de semáforo, contador de décadas 346–349 4017
Kit de inicio para constructor de circuitos, 252 descripción de, 211–213
Deshabilitar pin en, 212
Proyectos de semáforos, 343–346
Proyecto de semáforos, 346–349

• A •

Cajas de plástico ABS, 249
AC (corriente alterna)
adaptadores, 224–226
Bloqueo mediante inductores, 140
condensadores a pasar, 113
acoplamiento, 114
inversiones de dirección de la corriente en, 38
definido, 18, 254
inducción electromagnética de, 134
generador de funciones para, 355
en circuitos inductores, 137
motores, 139
no recomendado para circuitos, 224
descripción general, 18, 20
rectificación de, 155
sobre esquemas, 267–268
resistencia del altavoz a, 232
acelerómetros, 230
soldadura ácida fundente, 259
energía acústica, 228
activo (transistor parcialmente encendido)
modo, 171
Convertidor A/D (analógico a digital), 213
adhesivos, 248
Aire, como núcleo inductor, 140
dieléctrico de aire, 120
transformador de núcleo de aire, 273
alarmas
despertadores, 114
detección de luz, creación, 333–336 pilas alcalinas, 222
All Electronics (minorista), 358 Allied Electronics (minorista), 358 pinzas de cocodrilo
Construcción de un circuito LED usando, ejemplo de descarga de condensador de 40 a 41 pulgadas, kit de inicio para construcción de circuitos de 108 pulgadas, se necesitan 253 para experimentos, 30
para soldar, 292, 294
corriente alterna (CA)
adaptadores, 224–226
Bloqueo mediante inductores, 140
condensadores a pasar, 113
acoplamiento, 114
inversiones de dirección de la corriente en, 38
definido, 18, 254
inducción electromagnética de, 134
generador de funciones para, 355
en circuitos inductores, 137
motores, 139
no recomendado para circuitos, 224
descripción general, 18, 20
rectificación de, 155
sobre esquemas, 267–268
Resistencia del altavoz a, dieléctrico electrolítico de aluminio 232
materiales, 117
amperímetro, 277, 306

amperios (amperios), 12
Clasificación de amperios-hora para baterías, 54, 220
amplificadores
  edificio, 341
  emisor común, 175
  operacional, 202, 204, 252 señales
eléctricas analógicas, 174 circuitos
integrados analógicos (CI), 185 convertidor
analógico-digital (A/D), 213 puerta AND,
188
ánodo, 22, 150
antena, 230
ESD antiestático (descarga electrostática)
    aerosol, 253
pulsera antiestática, 28, 248, 260–261, 292 notas
de aplicación, en hojas de datos, 197
arquitecturas, computadora, 355
Sistema de microcontrolador Arduino, 355–356
pinceles de artista, 246
Obra de arte, 264. *Véase también* esquema
de un multivibrador astable
  Temporizador 555 como, 204–208 en
  proyecto de intermitente LED, 327 en
  proyecto de sirena, 340
átomos, carga eléctrica de, 9–11
rango de frecuencia audible, 232
transistores de audio, 178
sistemas de audio para automóviles, función de
rango automático 114, en multímetro,
    308, 310
cables axiales, en condensadores, 117

• B •

tensión de retorno, 135
filtros de paso de banda, 139
bandas, en resistencias, 75 filtros
de rechazo de banda,
    139, 143
ancho de banda, 202
sistema base 2, 186–187
sistema base 10, 186–187
corriente base (I_B), 116
unión base-emisor, en transistor NPN,
    172
Microcontrolador BASIC Stamp, 355
baterías
  alcalino, 222
  Clasificación de amperios-hora para 54,220
  condensadores en comparación con 106–108
  celdas en 20
  Kit de inicio para construir circuitos, 252
  símbolos de circuitos para 22
  corriente suministrada por, 95
  corriente continua de, 18–20
  desechable, 222
  linterna, 220
  litio, 222
  necesidad de experimentos,
  29 no recargables, 222
  peligros potenciales de,
  258 recargable, 222–223
  esquemas de, 267
  transistor, 220
  tipos de, 219–220
clips de batería, 32, 221, 252
soportes de batería, 221
sesgo
  diodos, 151
  transistores, 172–173, 227
  voltaje, 151–152
luz intermitente de bicicleta, LED, creación, 332–
333 sistema binario, 174, 185–186
transistores de unión bipolar (BJT),
    164–165, 227
transistores bipolares
  Para proyectos de circuitos, 178–
  180 en par Darlington, 175
  definido, 165
  cómo funcionan, 170
  identificar, 168, 177
  visión general, 165
  fototransistor como, 227
  pruebas, 320–321
multivibrador biestable, 209
bits (dígitos binarios), 174, 186–187, 192
BJT (transistores de unión bipolar),
    165, 227
Puente de purga, para descargar condensadores,
    319
fusibles quemados, 306
cajas, 249

placa de pruebas, sin soldadura
Construcción de circuitos LED con espacio central 41-42, 283
Orificios de contacto, 284
Tiras de contacto, 285
Prevención de daños, 291
definido, 195
características de, 283
Conexiones eléctricas internas activadas, 313
cables puente para, 252
trazado de circuitos en, 287–291
descripción general, 26, 250
piezas y herramientas para, 286–287 foto de, 282
Rieles de alimentación encendidos, 283–284, 289 cable prepelado para, 287–288
ideas de proyectos para, 325
almacenamiento de, 285
regletas de terminales encendidas, 283 usando, 33–34, 282–285
variedades de, 285
respiración, dificultad con, 255
ruptura, en esquemas, 265
voltaje de ruptura, 156
puente, en esquemas, 265
bomba tipo bulbo, 295
zumbadores, 232–233
byte, definido, 186

• C •

Pegamento CA (cianoacrilato), cable 248
definido, 218
cinta, 219
pruebas, 321–322
bridas para cables, 249
calculadoras, 23, 28
calibrando, 312
cámaras, condensadores en, 114
capacitancia, 115–116, 290
acoplamiento capacitivo, 114
condensadores
baterías en comparación con, 106
carga y descarga, 107–113, 127–130
en el kit de inicio del constructor de circuitos, 251–252
acoplamiento, 114
definido, 106
tipos dieléctricos para, 117
electrolíticos, 117
completamente cargada, 107–108
alta precisión, 115
Inductores comparados con, 138
inductores con, 131
condensadores de mica, 117
multímetro para probar, 319–320
necesarios para experimentos, 31
condensadores de papel, 117
en paralelo, 122
polaridad de, 118
polarizado, símbolo para, 272
propósito de, 113–115
cables radiales de entrada, 117 ID de referencia para, 272 en serie, 123
formas y tamaños de, 117–118
suavizado, 114
descargas estáticas de, 260
almacenar energía eléctrica, 25, 106
símbolo para, 121, 272
pruebas, 319
valores de, 118–120
variables, 120–121, 272
varianza entre, 116
carga de observación, 108–112 voltaje de trabajo para, 116–117 reanimación cardiopulmonar (RCP), 258
cátodo, 22, 150
celular, en batería, 20 celulares, 24
espacio central, en placa de pruebas sin soldadura, 283
materiales dieléctricos cerámicos, 116–117
resonadores cerámicos, 144
interruptor de cambio, 57
cambio de lecturas, detección, 308
carga, eléctrica, 12
condensadores de carga, 107, 124–125
tierra del chasis, 269
hoja de trucos, 3

energía química, 45
Chip, 184. *Véase también* Conjunto de chips de circuitos integrados (CI), 193
densidades de chips, 184
estrangulaciones, 135, 140. *Véase también* placa de circuito de inductores. *Ver* placas de circuito impreso (PCB)
placa de circuito impreso, 282. *Véase también* sin soldadura tablero de circuitos
Kit de inicio para construir circuitos, diagrama de circuito 251-252. *Ver* Simulador de circuitos esquemáticos, 354
circuitos. *Véase también* suelo
Aire acondicionado, 38
baterías conectadas a circuitos combinados 220–221, creando, 58–61
construcción, soldadura para, 296. *Véase también* placa de pruebas sin soldadura
integrados (CI)
Temporizador 555 como, 204–211
Contador de décadas 4017 como, 211–213
analógico, 185
categorías de, 185
Muesca de sincronización activada, 330 que contiene puertas lógicas, 355 hojas de datos activadas, 198
definido, 169
digitales, 185
sensibilidad a las descargas electrostáticas (ESD) de, 261
microcontroladores como, 213 señal mixta, 185
amplificadores operacionales como, 202, 204
descripción general, 183
embalaje para, 193, 196 números de pieza para identificar, 193 pines de, 198
propósito de, 184
sobre esquemas, 274–275
en placa de pruebas sin soldadura, 250
especificaciones para, 193
transistores en, 168
trabajando con, 213
Para proyecto de luces intermitentes LED, 329
circuitos abiertos
inductor como, 137
visión general, 36–37
transistor como, 176
visión general, 17–18
proyectos sobre
puertas lógicas, 201
transistores, 180
forma de, 62–64
cortocircuitos
definido, 37, 137
inductores en, 136–137
ohmímetro para probar, 321–322 utilizando
inductores en, 140–141 revestimiento, de placas de circuito impreso, 301 limpiadores, 246

clima, 241
clips
pinzas de cocodrilo
Construcción de un circuito LED usando, ejemplo de descarga de condensador de 40 a 41 pulgadas, kit de inicio para construcción de circuitos de 108 pulgadas, se necesitan 253 para experimentos, 30
Para soldar, 292, 294 pinzas de batería, 32, 221, 252 pinzas de alambre, 249
señales de reloj, 192
Muesca de sincronización, en circuitos integrados, 330
posición cerrada, de interruptores, 55
telas, 246–247
CMOS (óxido metálico complementario) semiconductor), 194, 291, 298 bobinas, 145. *Véase también* Inductores de unión soldada en frío, 294
corriente de colector (I_C), 116
codificación de colores, 77
circuito combinado, creación, 58–61
resistencias combinadas, medición, 86–87
tierra común, 46, 267, 269
amplificador de emisor común, 175 conmutador, en motores de CC, 234 semiconductores complementarios de óxido metálico tor (CMOS), 194, 291, 298 componentes. *Ver* componentes electrónicos aire comprimido, 246
arquitecturas de computadoras, 355 computadoras, componentes electrónicos en, 23

micrófonos de condensador, 32, 121, 228
camino conductor, 17–18
conductores
visión general, 12
resistencia de, 67–69
Forma de cable de,
15 conexiones
conexiones paralelas
condensadores en, 122
para multímetro, 312
visión general, 51
resistencias en, 83–87, 100–101
sobre esquemas, 263–264
conexiones en serie
condensadores en, 122
para multímetro, 312
visión general, 50–51
resistencias en, 82–83
en placa de pruebas sin soldadura,
289 conectores, 218–219
ley de conservación de la energía, 18
limpiador de contactos, 247
agujeros de contacto, en placa de pruebas sin soldadura,
250, 282, 284–285
sensores sin contacto, 140
pruebas de continuidad, 306
convertidores de corriente convencionales,
38, 150, 266
analógico a digital (A/D), 213
digital a analógico (D/A), 214
convertidores de potencia, 20
enfriamiento, después de soldar, 296
hisopos de algodón, 247
culombio, 13
condensador de acoplamiento, enlace
covalente 114, en cristales, 148 RCP
(reanimación cardiopulmonar),
258
libro de referencia cruzada, 153 área de sección
transversal, resistencia y, 68 micrófono de
cristal, 228
cristales
átomos en, 148
visión general, 143–144
efecto piezoeléctrico y, 143 ID
de referencia para, 272
resonancia de, 143–144
símbolo para, 273
actual
amplificando, 178–179
convencional, 38, 266
definido, 11
adelante, 158
fuga, 113
limitante, 70–71, 328
magnetismo para inducir, 134
medición, 12, 46–47, 315–316 visión
general, 9
Flujo de electrones real comparado con,
20 inverso, 151
manejo del reóstato, 79
sumidero, 198
suavizado, utilizando inductores para, 140
fuente, 198
fuerza de, 12
Corriente nominal de diodos, 153
palitos de cutícula, 247
modo de corte (transistor apagado), 171
cortadores, 245
pegamento de cianoacrilato (CA), 248

• D •

Par de transistores Darlington, 175 bits de datos,
como portadores de información, 186 sistemas
de comunicación de datos, 24 hojas de datos,
197–198
CC (corriente continua)
de baterías, 18–20
definido, 18, 254
motores, 234–235
visión general, 18
peligros potenciales de, 258
sobre esquemas, 267
símbolos para, 268
nivel de decibelios, 233
sistema decimal, 186–187
desengrasante, 246
DeGunther, Rik (*Energía solar para su hogar
Para Dummies 2da Edición*), 21
desoldadura, 295
bomba desoldadora, 295

alicates de corte diagonal, 245
ollas de dial, 79
diafragma, 228, 233
dieléctricos
aire, 120
en pruebas de condensadores, 319 como aislantes, 106
tipos de, 116–117
amplificador diferencial, 202
Digi-Key (minorista), 358
circuitos digitales, 185
formato digital, 174
circuitos integrados digitales, 185
lógica digital, 185–186
convertidor digital a analógico (D/A), 214
reguladores de intensidad, 8, 63
diodos
sesgo, 151–152
conducción de corriente a través de, 152
corriente nominal de, 152
corriente restringida por, 25
definida, 150
polarizado hacia adelante
liberación de energía luminosa en, 157–162 por multímetro, 154
cruce, 150–153
LED (diodos emisores de luz)
circuito, edificio, 40–42
Kit de inicio para construir circuitos, diagrama de circuito 252 para, 70
para proyectos de circuitos, 162
polarizado directamente, 157–162
intermitente LED para bicicleta, 332–333
circuito intermitente LED, 326–331
proyectos de persecución de luz, 343–346
necesario para experimentos, 31 ID de referencia para, 272
símbolo para, 39, 273
encender, 159–162
necesarios para experimentos, 31
fotodiodos, 176, 223, 227, 273 diodos
rectificadores, 155
ID de referencia para, 272
polarización inversa, 153–155
en esquemas, 273
semiconductor, 153
diodo de señal, 154–155
estándar, símbolo para, 273
imparcial, 152
como condensadores variables, 120 diodos emisores de luz visible (visibles) LED), 157
diodo Zener
polarización inversa, 151
símbolo para, 273
Voltaje regulado con 155–157 DIP (paquetes duales en línea), 193 de
corriente continua (CC)
de baterías, 18–20
definido, 18, 254
motores, 234–235
visión general, 18
peligros potenciales de, 258
sobre esquemas, 267
símbolos para, 268
dirección de la corriente, 38
pin de desactivación, en circuitos integrados, 212
condensadores de descarga, 107, 125
componentes discretos, en sin soldadura placa de pruebas, 250
pilas desechables, 222
punto en la intersección de dos líneas, en esquemas, 265
interruptor bipolar de dos posiciones (DPDT), 57, 276, 322
interruptor bipolar de una sola vía (DPST), 57, 276, 322
interruptor bipolar, 56
Cinta de espuma de doble cara,
interruptor de doble tiro 248, 56
Interruptor DPDT (bipolar, doble tiro), 57, 276, 322
Interruptor DPST (bipolar, unidireccional) 57, 276, 322
drenaje, en transistores de efecto de campo, 167
taladro, eléctrico, 249
paquetes en línea duales (DIP), 193
MOSFET de doble puerta (óxido de metal- FET de semiconductores), 168
Dummer, Geoffrey, 184
micrófono dinámico, 228

• E •

tierra, 46, 269 Edison, Thomas, 15
carga eléctrica, 9, 11–12
corriente eléctrica. *Ver* taladro eléctrico actual, 249
circuito eléctrico. *Ver* circuitos eléctricos cables, soldadura y, 259
energía eléctrica. *Véase también* actual
  peligros de, 254–258
  luz de, 15–16
  visión general, 9
  fuentes de, 17, 20. *Véase también* baterías
átomos eléctricamente neutros, 11
electricidad, definida, 9
reacción electroquímica, 19
electrocución, 258
condensadores electrolíticos, 117 inducción electromagnética, 134, 228 electromagnetismo, 132–133, 234. *Véase también* inductores
fuerza electromotriz (EMF o E), 13–14
componentes electrónicos
  definido, 22
  en dispositivos, 22–23
  discreto, 250
  Ley de Joule para, 103
  sobre esquemas, 271
  Conexiones de placa de pruebas sin soldadura para, 289
  valores de, 271
Mina de oro electrónica (minorista), 358
teclado electrónico, creación, 336–338
sistemas electrónicos, 8–9
electrónica, definida, 8
limpiadores electrónicos, 246
electrones
  cargo de, 11
  energía eléctrica de, 15–16 movilización para crear corriente, 12–13 descripción general, 9
  valencia, 148
descarga electrostática (ESD), 167, 260. *Véase también* aerosol de descarga electrostática (ESD) de electricidad estática, 253
EMF (fuerza electromotriz), 13
energía
  acústica, 228
  químico, 45
  ley de conservación de la energía, 18
  eléctrica. *Véase también* actual
    peligros de, 254–258
    luz de, 15–16
    visión general, 9
    fuente de, 18–20. *Véase también* Las baterías calientan la energía, 15
  fuentes secundarias de, 20
cemento epoxi, 248
capacitancia equivalente, resistencia equivalente 122
  de circuitos complejos, 99–101
  descripción general, 82
  de resistencias en paralelo, 84–85 de resistencias en serie, 82, 84 ergonomía, 241
ESD (descarga electrostática), 167, 260. *Ver también* electricidad estática
ESD (descarga electrostática), 253 Europa, símbolos esquemáticos en, 280 Restricción de la Unión Europea sobre materiales peligrosos Reglamento sobre Sustancias Tóxicas (RoHS), 360
notación ampliada para números, 187 placa de circuito impreso del experimentador, 298 carga externa, 18

• F •

Fairchild Semiconductor, 184
Faraday, Michael, 15, 132
faradios, capacitancia medida en, 115
Farnell (sitio web), 360
ferrita, como núcleo inductor, 140 FET. *Ver* micrófono de fibra óptica con transistor de efecto de campo (FET), 228
transistor de efecto de campo (FET)
  Tecnología CMOS para 194
  puertas dobles, 168
  descarga electrostática (ESD), sensibilidad de, 261
  en circuitos integrados, 167
  visión general, 166–167

filete de soldadura, 294
filtrado, utilizando inductores para, 139
filtros
  paso de banda, 139
  parada de banda, 139, 143
  paso alto, 139
  inductores como, 141
  paso bajo, 139
  tipos de, 139
cuadros de primeros auxilios, 258
inductores fijos, 140
resistencias fijas
  categorías de, 74
  codificación de colores de, 75–77
  determinación del valor de, 75–77
  inserción en circuitos, 75 vs.
  variable, 73–79
luces intermitentes, 205, 328
circuito biestable, 209
terreno flotante, 46
flujo de electrones. *Ver*cortador al ras
de corriente, 245
fundente para soldar 244
líneas de flujo, del magnetismo, 132–133 cinta
de espuma, 248
fuerza, 16, 132
corriente directa, 151
tensión directa, 151, 158
polarización directa, 151
diodos polarizados directamente
  liberación de energía luminosa en, 157–
  162 por multímetro, 154
Franklin, Benjamin, 15, 46, 253
frecuencia
  del timbre, 233
  visión general, 20
  de cristales de cuarzo, gama 143 de
  amplificadores operacionales,
    202–203
  resonancia, 141
  rango de altavoces de, 232 contador de
frecuencia, 354–355 rectificación de onda
completa, 155 condensador completamente
cargado, 107–108 generador de funciones,
355
fusibles
  En circuitos alimentados por CA, 257
  fundidos, 306
  entrada correcta para, 316
  ohmímetro para comprobar, 306–307
  medición de resistencia de, 322
  prueba, 322

• G •

ganancia, voltaje, 173, 175
puertas (puertas lógicas)
  proyecto de circuito sobre, 201
  procesamiento de datos con, 188–190
  definido, 188
  diodos para, 162
  en transistores de efecto de campo, 166
  circuitos integrados que contienen, 355 en
  circuitos integrados (CI), 188–190 sobre
  esquemas, 274–275
  símbolos para, 274
  Tablas de verdad para
alambre calibre 190-192,
vendaje de gasa 217-218, 246
Cabezal de engranajes, en motores de corriente continua,
pegamento 235, 248
grasa sintética 247
suelo
  chasis, 267, 269
  común, 43, 46, 267, 269
  definido, 43
  tierra, 46, 267, 269
  flotando, 46
  Receptáculo de multímetro para
  referencia 309, 43
  sobre esquemas, 268–270
  en riel de placa de pruebas sin soldadura, 289 para
  herramientas, 260, 262
Alas de gaviota, 195

• H •

sierra para metales, 249
rectificación de media onda, 155
sierras de mano, 249

herramientas manuales, 28, 245–246 HDMI (Multimedia de alta definición)
Cable de interfaz), 218–219
fibrilación cardíaca, 255 disipación de calor, 137
energía térmica, 15
sensores de calor, 228
disipador de calor, 81
abrazadera de manos que ayudan, 246, 293 Henry, Joseph, 135
henrys, como medida de inductancia, 135–136
hercios (Hz), 20
Advertencias de alto voltaje, Interfaz multimedia de alta definición 255
Cable (HDMI), 218–219
aplicaciones de alta carga, 81
filtros de paso alto, 139
transistores de alta potencia, 178
resistencias de alta precisión, 74–75 kits de pasatiempos, 353–354
Pistola de pegamento termofusible, humedad 248, 241
Hz (hercios), 20

• I •

I_B (corriente de base), 116
I_{do} (corriente de colector), 116
Hojas de datos de circuitos integrados, 197
I_{Cmax} (corriente máxima del colector), 177 iconos utilizados en este libro, 3
CI (circuitos integrados)
Temporizador 555 como, 204–211
Contador de décadas 4017 como, 211–213
analógico, 185
categorías de, 185
Muesca de sincronización activada, 330 que contiene puertas lógicas, 355 hojas de datos activadas, 198
definido, 169
digitales, 185
sensibilidad a las descargas electrostáticas (ESD) de, 261
microcontroladores como, 213 señal mixta, 185
amplificadores operacionales como, 202, 204
descripción general, 183
embalaje para, 193, 196 números de pieza para identificar, 193 pines de, 198
propósito de, 184
sobre esquemas, 274–275
en placa de pruebas sin soldadura, 250
especificaciones para, 193
transistores en, 168
trabajando con, 213
IDE (desarrollo integrado)
medio ambiente), 213
I_{mi} (corriente del emisor), impedancia 116
definido, 95
de hablantes, 232
corriente inducida, 134
inductancia, 144
motores de inducción, 139
inductores (bobina de inducción)
en circuitos, 138, 140–144
definidos, 131
visión general, 131, 135–137
ID de referencia para, 272
símbolo para, 272
en circuitos de sintonización, 141–144 sin blindaje, 131, 144–145
usos para, 139–140
luz infrarroja
diodos emisores de luz (LED IR), 157
descripción general, 23
presencia o ausencia de, 228 sensores de temperatura infrarrojos, 230
transductores de entrada, 226, 230–231
aisladores
definido, 106
dieléctricos como, 106
semiconductores como, 147
circuitos integrados (CI)
Temporizador 555 como, 204–211
Contador de décadas 4017 como, 211–213
analógico, 185
categorías de, 185
Muesca de sincronización activada, 330

circuitos integrados (CI)*(continuado)*
Contiene puertas lógicas, 355
hojas de datos, 198
definido, 169
digitales, 185
sensibilidad a las descargas electrostáticas (ESD) de, 261
microcontroladores como, 213 señal mixta, 185
amplificadores operacionales como, 202, 204
visión general, 183
embalaje para, 193, 196 números de pieza para identificar, 193 pines de, 198
propósito de, 184
sobre esquemas, 274–275
en placa de pruebas sin soldadura, 250
especificaciones para, 193
transistores en, 168
trabajando con, 213
entorno de desarrollo integrado (IDE), 213
cables de interconexión. *Ver* cables puente
inversor, como puerta NO
descripción de, 188
tabla de verdad para, 190
amplificador inversor, 203–204
iones, 19
transformador de aislamiento, 145

• Yo •

jotas, 277
Jameco (minorista), 359
JFET (FET de unión), 167, 169 unión, soldadura, 294–295, 307 Ley de Joule, 103–104
cables puente
en kits, 252
necesidad de experimentos, 30
pre-despojados, 288
propósito de, 287
diodo de unión, 150–153 FET de unión (JFET), 167, 169

• K •

teclado, creación, 336–338
Kilby, Jack, 184
kiloohmios, 69
Ley de voltaje de Kirchhoff, 45

• L •

batería de linterna, 220
diseño, 264. *Véase también* Esquema LCD (pantalla de cristal líquido), 23 LDR (resistencias dependientes de la luz), 227 conductores
axial, 117
base, 165
coleccionista, 165
conexiones correctas para, 279
emisor, 165
ala de gaviota, 195
radial, 117
para interruptores, 39
interruptor de hoja, 56
corriente de fuga, 113
LED (diodos emisores de luz)
Kit de inicio para construir circuitos, diagrama de circuito 252 para, 70
para proyectos de circuitos, 40–42, 162
polarizado directamente, 157–162
Intermitente LED para bicicleta, 332–333
Circuito de intermitencia LED, 326–331
Proyectos de persecución de luz, 343–346
Necesario para experimentos, 31 ID de referencia para, 272
símbolo para, 39, 273
encender, 159–162
luz, de energía eléctrica, 15 ejemplo de circuito de bombilla, 38–46 cazadores de luz, creación, 343–345 aceite de máquina de luz, 247
resistencias dependientes de la luz (LDR), 227
diodos emisores de luz (LED)
Kit de inicio para construir circuitos, diagrama de circuito 252 para, 70
para proyectos de circuitos, 40–42, 162

polarizado directamente, 157–162
intermitente LED para bicicleta, 332–333
circuito intermitente LED, 326–331
proyectos de persecución de luz, 343–346
necesario para experimentos, 31 ID de
referencia para, 272
símbolo para, 39, 273
encender, 159–162
relámpago, 13, 259
alarma sensible a la luz, creación, 333–336 dispositivos sensibles a la luz, como sensores, 227–228 circuitos integrados lineales (analógicos)
(CI), 185
fuente de alimentación lineal, 155
pistas de resistencia lineal, 79
pantallas de cristal líquido (LCD), 23
baterías de litio, 222
circuito en vivo, 257, 259
carga
Para energía eléctrica, 17
resistencias de alto voltaje para,
81 voltímetro para medir, 305
diodo Zener para, 156
lógica, digital
sistema binario para, 186
sobre esquemas, 274–275
Tablas de verdad en, 190
puertas lógicas
proyecto de circuito sobre, 201
procesamiento de datos con, 188–190
definido, 188
diodos para, 162
en transistores de efecto de campo, 166
circuitos integrados que contienen, 355 en
circuitos integrados (CI), 188–190 sobre
esquemas, 274–275
símbolos para, 274
tablas de verdad para, 190–192
sonda lógica, 314
bucle, en esquemas, 265
transistores de bajo ruido, 178
filtros de paso bajo, 139
Serie Schottky de baja potencia de TTL, 194
transistores de baja potencia, 178
ropa de baja estática, 261
Lubricante LPS, 247
lubricantes, 247

• M •

campo magnético
electricidad para producir, 132–134
bobinas inductoras para
en circuitos, 138
visión general, 137
sin blindaje, 144–145
en inductores y transformadores, 25
destornillador magnetizado, 245
imanes, 11, 134–135
lupa, 245
Maplin (minorista), 360
estera antiestática 262
matemáticas matriciales, 88
corriente máxima del colector (I_{Cmax}), 177
máximo del colector al emisor
(V_{CEmax}), 177
rango máximo, del multímetro, 310
transistores de potencia media, 178
megaohmios, 69
detectores de metales, 140
efecto de campo de semiconductor de óxido metálico
transistores (MOSFET)
puerta doble, 168
En circuitos integrados, 167
condensadores de mica, 117
materiales dieléctricos de mica, 116–117
microcontroladores, 213, 298, 355–356
micrófonos
condensador, 32, 121, 228
cristal, 228
dinámica, 228
fibra óptica, 228
microprocesadores, 185
miliamperios, 13, 38,
81 milihenrios, 136
mini pulsador (momentáneo, normalmente encendido)
interruptores abiertos), 30
circuitos integrados de señal mixta, 185
multivibrador monoestable, 208 código
Morse, 174

MOSFET (semiconductores de óxido metálico) transistores de efecto de campo)
de doble puerta, 168
en circuitos integrados, 167
detectores de movimiento, 228
Motores, control de velocidad para, 23
Minorista de electrónica Mouser, 359
multímetro
analógico, 307–308
función de rango automático activada, 308, 310
verificación de circuito, 323
costos de, 242–243, 307
medición de corriente, 316
digital, 307–310
pantalla digital encendida, 309
selector de funciones encendido, 308
medición de corriente usando, 46–47, 315–316
medición de resistencia usando, 316–323
medición de voltaje usando, 42–46, 305, 312, 314–315
visión general, 26, 306
foto de, 304
rango de, 310–311
sobre esquemas, 277
configuración, 311–312
cables de prueba encendidos, 242, 309
usando como amperímetro, 306
símbolos de tierra múltiples, 270
simulador multisímbolo, 354
multivibrador
astable, 205–208, 328, 340
biestable, 209
monoestable, 208
inductancia mutua, 144
Materiales dieléctricos de Mylar, 116–117

• N •

limas de uñas, 247
Puerta NAND
descripción de, 188
en proyectos, 198–201
sobre esquemas, 274
como puerta universal, 190 Código Eléctrico Nacional, 217 Interruptor NC (normalmente cerrado), 56 MOSFET de canal N, símbolo para, 273
alicates de punta fina, 245, 286, 291
coeficiente de temperatura negativo (NTC) termistor, 229
terminal negativo, 19
neutro, eléctricamente, 11
neutrones, 9
mercancía excedente nueva, 358
interruptor NO (normalmente abierto), 56 sin símbolo de tierra, 269
Premio Nobel de Física, 184
entrada no inversora, 202 baterías no recargables, 222 puerta NOR, 188, 273
interruptor normalmente cerrado (NC), 56
interruptor normalmente abierto (NO), 56
puerta NO (inversor), 188
Notación para números, ampliada, 187
Noyce, Richard, 184
Transistores NPN
modelo de, 172
visión general, 165
símbolo para, 273
pruebas, 321
NTC (coeficiente de temperatura negativo) termistor, 229
Semiconductores tipo N, 149–150
números, notación para, 187

• O •

ohmio (Ω), definido, 68
Ohm, Georg, 89
ohmímetro, 277, 306–307
Ley de Ohm
Análisis de circuitos por, 92–101 Diseño y alteración de circuitos por, 101–102
peligros de la electricidad, 256
para inductores, 131
Ley de Joule con, 103–104
descripción general, 89–91
pruebas, 96–98
artículos en línea, 3
amplificador operacional
definido, 202
como circuito integrado lineal, 202–204
símbolo para, 273

circuitos abiertos
inductor como, 137
visión general, 36–37
transistor como, 176
posición abierta, de interruptores, 55
amplificador operacional (op-amp)
definido, 202
como circuito integrado lineal, 202–204
símbolo para, 273
Puerta OR
descripción de, 188
Puertas NAND convertidas a, 201 tablas de verdad para, 190
Ørsted, Hans Christian, 132-133
osciladores
multivibrador astable como, 205–208
cristales en, 144
definido, 144
osciloscopio
definido, 314
señales de cambio rápido probadas con, 314
obtención, 354
transductor de salida, 231
protección contra sobretensiones, diodos para, 162

• *PAG* •

embalaje, para circuitos integrados, 193–196
almohadillas, en placas de circuito impreso, 301 dolor, de la corriente, 255
condensador de papel, 117
conexiones paralelas
condensadores en, 122
para multímetro, 312
visión general, 51–53
resistencias en, 83–87, 100–101
resistencias en paralelo, 100
números de pieza, en esquemas, 271 Parts Express (minorista), 359 detector de movimiento infrarrojo pasivo (PIR), 228
camino, conductor, 17–18
PCB. *Ver* Placas de circuito impreso (PCB)
MOSFET de canal P, símbolo para, 273
corriente pico, 158
voltaje inverso pico (PIV), 151
voltaje inverso de pico (PRV), 151
borrador de lápiz, 247
tablero perforado (perfboard), 297–300.
Véase también Placas de circuito impreso (PCB)
Destornillador de cabeza Phillips, 245
fotodiodos, 176, 223, 227, 273
cepillo de bombilla fotográfica, 246
fotorresistencias, 227, 272
célula fotovoltaica. *Ver* Microcontrolador PICAXE de célula solar, 355 elementos de imagen (píxeles), 23, 186 cristales piezoeléctricos, 228
efecto piezoeléctrico
en micrófono de cristal, 228 en cristales, 143
definido, 143
conectores de pines, 219
pines, circuito integrado
conexiones correctas para, 279
explicación de, 195–198
movimiento PIR (infrarrojo pasivo) detector, 228
PIV (voltaje inverso de pico), 151 píxeles (elementos de imagen), 23, 186 televisores de plasma, 23
cajas de plástico, 249
clips de plástico, 249
placas, condensador, 107
alicates, 245, 286, 291
tapones, 218, 277
unión pn, de semiconductores, 150
transistores PNP, 165, 273, 321
polaridad
de condensadores, 118, 319
sobre esquemas, 267–268
de hablantes, 232
condensador polarizado, símbolo de, material dieléctrico de poliéster 272, 116–117
material dieléctrico de polipropileno, 116–117
material dieléctrico de poliestireno, 117
sensores de posición, 230
coeficiente de temperatura positivo (PTC) termistor, 229
diferencia de potencial, 15, 45
caída de potencial, 15, 45

potenciómetros. *Véase también* reóstatos
Kit de inicio para construir circuitos, 251 carcasa, 249
dentro de, 78
multímetro para probar, 318–319
funcionamiento de, 79
paquetes de, 79
propósito de, 74, 77–78
símbolo para, 272
pruebas, 318
fuerza
tamaño de la batería para, 20 calculando, 47–48
definido, 16
Ley de Joule, 103–104 disipación máxima de, 177 sobre esquemas, 264, 267
convertidores de potencia, 20
central eléctrica, 20–21
Rieles de alimentación, en placa de pruebas sin soldadura, 283–284, 289
potencia nominal
de componentes, 48
de resistencias, 80–81
de hablantes, 232
de diodo Zener, 156 fuente de alimentación, 257
transistor de potencia, 167
Destornilladores de precisión, 245 Premier Farnell Retailer, 360 potenciómetros preestablecidos, 79
sensores de presión, 230
cables puente prepelados, bobina primaria 288, 144–145
placas de circuito impreso (PCB)
condensadores encendidos, 117
composición de, 297
costumbre, 300–301
placas perforadas, 298–300
resistencias encendidas, 80
placa de pruebas sin soldadura en comparación con, 250–251
DIP montados mediante orificio pasante para 195
variedades de 297
protones, 9, 11
placa de prototipos, 282. *Véase también* sin soldadura tablero de circuitos
PRV (voltaje inverso de pico), 151–154 PTC (coeficiente de temperatura positivo) termistor, 229
Semiconductores tipo P, 149–150
corriente de pulso, 158
modulación por ancho de pulso, 235
pulsación, temporización de, 328
bomba, desoldadora, 295
interruptor pulsador, 56
interruptor de pulsar para romper, 56

• Q •

Q (símbolo de transistor), 272 puerta AND cuádruple de 2 entradas, 189
puerta NAND cuádruple de 2 entradas, 194 quarks, en átomos, 11
cristales de cuarzo, 143–144

• R •

R (símbolo de resistencia), 68, 272. *Véase también* resistencia
conductores radiales, en condensadores, 117 sistemas de radiorreceptor
condensadores en circuitos de sintonización de, 115 inductores para, 141–144
RadioShack (minorista), 359
rieles, 264
Frambuesa Pi, 356
Circuitos RC
funcionamiento de, 124–125
Constante de tiempo RC para, 126–130
temporizadores creados con, 126–130
corriente real, 21, 38
receptáculos, 218
baterías recargables, rectificación 222–223 (conversión de CA a CC), 155
diodos rectificadores, 155
dirección de referencia de la corriente, 38 ID de referencia, en esquemas, 271–272
registros, almacenamiento de bits en, 192 fuentes de alimentación reguladas, 20 relés, 56, 276

Dispositivos de control remoto, patrón de
resistencia 23, en circuito impreso
tableros, 301
resistencia
combinado, midiendo, 86–87 de
conductores, 68
área de la sección transversal, resistencia y, 68
definido, 67
resistencia equivalente
de circuitos complejos, 99
visión general, 82
de resistencias en paralelo, 84–85
de resistencias en serie, 82–84
resistencias fijas para, 73 Ley de
Joule en, 103
pistas de resistencia lineal, 79
multímetro para medir, 316–322
Ley de Ohm
Análisis de circuitos por, 91–101 Diseño y
alteración de circuitos por, 101 Descripción
general, 89–91
Símbolo R para, 67 combinaciones de
resistencias para, 87 pistas de
resistencia rotatoria, 79 de altavoces,
232
Prueba de circuitos sin alimentación para, 306
en termistores, 229
resistencias. *Véase también* resistencias fijas;
potenciómetros
combinaciones de, 81–88
flujo de corriente restringido por,
25 fijo, 251
cuerpo humano como, 254–255
para limitar la corriente a través del LED, 328
limitar la corriente usando, 70–71 multímetro
para probar, 316, 318 necesario para el
experimento, 30–31 clasificaciones de potencia
para, 80–81
propósito de, 69
ID de referencia para, 272
función de, 39
símbolo para, 272
pruebas, 317
tolerancia, 74
resonancia, 141–143
corriente inversa, 151
voltaje inverso, 151
polarización inversa (no conductor), 151 diodos
de polarización inversa, 154
interruptor de inversión, 57
reóstatos
reconociendo, 79
símbolo para, 74
cable plano, 219
Circuitos RL, inductores en, 141
Constante de tiempo RL, 138
Circuitos RLC, 143
interruptor basculante, 56
RoHS (Restricción de la Unión Europea sobre
Reglamento sobre sustancias peligrosas,
360
núcleo de resina de soldadura, 244
núcleo de resina de soldadura, 60/40, 27, 244, 292
removedor de fundente de resina, 244
pistas de resistencia rotatoria, 79

S

seguridad
del kit de inicio para construir circuitos, 252
de paños y limpiadores, 246–247 peligros de
la electricidad, 254–258 de herramientas
manuales, 245
de aparatos electrónicos para el hogar,
80 de lubricantes, 247
en proceso de soldadura, 243, 250,
258–259, 296
electricidad estática, 259–262 de
suministros, 248
en la colocación del taller, 241 gafas de seguridad, 248,
259–260, 292 transistores de saturación, 170 modo de
saturación (transistor completamente encendido), 172
sierras, sierras de mano, 249

esquemas
estilos de dibujo alternativos para, 280
componentes electrónicos analógicos, 271–274
definidos, 263
Componentes lógicos digitales en, 274
ejemplo de, 278
circuitos integrados, 274–275 para
circuito de bombilla, 38
visión general, 263–266
tolerancia de resistencia activada, 75

esquemas*(continuado)*
interruptores y relés encendidos, 276
transductores encendidos, 276
destornilladores, 245
bobina secundaria, 144–145 fuentes de energía secundarias, 20 fuente de alimentación autónoma, 257
autoinducción, 144
semiconductores
circuitos con, 169
como conductores y aislantes, 147
definidos, 21
para circuitos integrados (CI), 184
diodo de unión con, 150–153 tipos N y tipos P, 149–150 reóstatos reemplazados por, 79
para células solares, 21 sensores de temperatura, 230 sensores

definido, 23
descripción, 23
tipos de, 226–230
conexiones en serie
para multímetro, 312
visión general, 50–51
inductores blindados, 140–141
cable blindado, 218
descarga eléctrica, 254
cortocircuitos
definido, 37, 137
inductores en, 136–137
ohmímetro para probar la señal 321–322
amplificado por transistores, 173–175
reloj, 192
generador de funciones para, 355
conmutado por transistores, 175–176
diodo de señal, 155
tierra de señal, 269
transistores de señal, soldadura de plata 167, 259
Símbolo de tierra simple, interruptor unipolar de dos posiciones (SPDT) 270. 30, 57, 60, 276, 322
interruptor unipolar de un solo tiro (SPST), 57, 61, 276, 322
interruptor unipolar, 56
interruptor de un solo tiro, corriente de sumidero 56, 198
proyecto sirena, 339–340
potenciómetros deslizantes, 79
interruptor deslizante, 55
Circuito integrado de contorno pequeño (SOIC), 195
condensadores de suavizado, 114
SMT (tecnología de montaje superficial), 80, 195
zócalos, 195
SOIC (circuito integrado de contorno pequeño), 195
células solares
definido, 21
visión general, 21
sobre esquemas, 267
paneles solares, 223
Energía solar para tu hogar para tontos, 2da edición(DeGunther), 21
soldadura, 243–244, 259
trenza de soldadura, 244, 295
unión de soldadura, 243
Succionador de soldadura, 244, 295
Mecha de soldadura, 244, 295
placas de pruebas soldables *Ver* perforado tablero (placa perforada)
soldadura
enfriamiento después, 296
definido, 243
equipo para, 243–244
proceso, 291–296
precauciones de seguridad, 243, 250, 258–259, 296
herramientas de eliminación de soldadura para, 244
soldadores, 27, 243, 259
lápiz de soldar, 243
soporte de soldadura, 243
estación de soldadura, 243
placa de pruebas sin soldadura
Construcción de circuitos LED con espacio central 41-42, 283
Orificios de contacto, 284
Tiras de contacto, 285
Prevención de daños, 291
definido, 195
características de, 283
Conexiones eléctricas internas activadas, 313
cables puente para, 252

trazado de circuitos en, 287–291
descripción general, 26, 250
piezas y herramientas para, 286–287 foto de, 282
Rieles de alimentación encendidos, 283–284, 289 cable prepelado para, 287–288
ideas de proyectos para, 325
almacenamiento de, 285
regletas de terminales encendidas, 283 usando, 33–34, 282–285
variedades de, 285
solenoides, 135. *Véase también* Inductores,
transformador de núcleo sólido, símbolo para, 273,
alambre sólido, 216, 287
Electrónica de estado sólido, 150 fuentes, en
transistores de efecto de campo (FET), 167
corriente de fuente, 198
fuente de energía eléctrica, 17, 20. *Véase también* baterías
Interruptor SPDT (unipolar, doble tiro), 30, 57, 60, 276, 322
oradores, 231–232, 253
especificaciones para circuitos integrados (CI), 193
velocidad, de motores de corriente continua, 235
SPICE (Programa de simulación con integración) Algoritmo de énfasis del circuito), 354
potencia de CC dividida, 267
Esponja, para uso con soldadura, 244
lubricante sintético en aerosol, 247
bomba con resorte, 295
Interruptor SPST (unipolar, unidireccional), 57, 61, 276, 322
diodo estándar, símbolo de, 273
resistencias de precisión estándar, 74–75
electricidad estática
evitando, 259–262
Sensibilidad del chip CMOS a, 194
definido, 13
descripción, 13
disipación de, 195
generadores de soldadura, 298 transformadores
elevadores/reductores, 145–146 distribuidores de
almacenamiento, 358
alivio de tensión, 257
cable trenzado, 216, 287
capacitancia parásita, 290
Fuerza de la corriente, de células solares, 21
partículas subatómicas, 9
superpegamento, 248
superconductores, 68
tecnología de montaje superficial (SMT), 80, 195, 297
interruptores
En el kit de inicio para constructor de circuitos, 253 acción de control de, 55–56 bipolar, doble tiro (DPDT) interruptor, 57, 276, 322 bipolar, unidireccional (DPST) interruptor, 57, 276, 322
multímetro para probar, 322 en esquemas, 276
unipolar, doble tiro (SPDT) interruptor, 30, 57, 60, 276, 322
unipolar, unidireccional (SPST) interruptor, 57, 61, 276, 322
prueba de resistencia de, 306
tipos de, 55–57
conmutación, 55–57
símbolos, para potencia, 268–269 grasa sintética, 247

• T •

material dieléctrico electrolítico de tantalio, 117
temperatura, fuerza de resistencia por, 68
sensores de temperatura, bloque de terminales 229–230, 218
Regletas de terminales, en placa de pruebas sin soldadura, 283
terminales, 19, 79, 218
punto de prueba (TP), 277
prueba
condensadores, 319
fusibles, 322
Ley de Ohm, 96–98
potenciómetros, 318
resistencias, 317
transistores, 320

Texas Instruments, Inc., 184
termistor
definido, 68
propósito de, 229
comportamiento de la resistencia en, 68 termopar, 230
Abrazadera de tercera mano, 246, 293 DIP montados en orificio pasante, temporizador 195

condensadores para, kit de inicio para construir circuitos 204–209, proyecto de intermitente LED 252, circuitos de bombillas 326, 328, 8
Proyectos de cazadores de luz, 343–346
Proyecto de alarma con detección de luz, 333 Circuitos RC para, 292
proyecto sirena, 339–340
Proyecto de semáforo, 346–348 ciclos de temporización, control, 73 sensación de hormigueo, por corriente, 255 pasta limpiadora de puntas, 244
tolerancia
de condensadores, 120
de resistencias, 75
generador de tonos, 340
herramientas, 243, 245–246, 250. *Véase también los nombres de herramientas específicas*
disipación de potencia total (P_{total}) 177
trazas
definido, 301
en placas de circuito impreso, 301, 307
transductor, 226, 231, 276
transformadores
Transformador 1:1, 145
núcleo de aire, 272
transformador de aislamiento, transformador de núcleo sólido 145, símbolo para, 272
Transformadores elevadores/reductores, 145
para almacenar energía eléctrica, 25
Acción del transformador, 144 inductores sin blindaje para, 131, 144–145 pared, 257

transistores
amplificación de señales con batería 173–175, 220
transistores bipolares
Unión bipolar, 164–165, 227 para proyectos de circuitos, 178–180 en par Darlington, 175
definido, 165
cómo funcionan, 170
identificar, 168, 177
visión general, 165
fototransistor como, 227
pruebas, 320–321
Para proyectos de circuitos, 180 pares Darlington, 175
definidos, 25
transistor de efecto de campo (FET)
Tecnología CMOS para 194
puertas dobles, 168
descarga electrostática (ESD), sensibilidad de, 261
en circuitos integrados (CI), 167
descripción general, 166–167
alta potencia, 178
cómo funcionan los transistores, 169–172 identificación, 168, 177–181
bajo nivel de ruido, 178
bajo consumo, 178
potencia media, 178
modelo de, 172
modos
activo, 71
corte, 171
saturación, 172
MOSFET (semiconductores de óxido metálico) transistores de efecto de campo)
de doble puerta, 168
En circuitos integrados, 167
multímetros para probar, 320
necesarios para experimentos, 32
transistores NPN
modelo de, 172
visión general, 165
símbolo para, 273
pruebas, 321
operaciones de, 170
visión general, 25
Transistores PNP, 165, 273, 321
transistor de potencia, 167
propósito de, 164
Calificaciones para, 176–177

ID de referencia para, 272 resistencias para limitar la corriente a, 70 saturando, 170
señales de conmutación con, 176
pruebas, 320
acción del transistor, 170
utilizando como amplificador, 172 utilizando como interruptor, 172 lógica transistor-transistor (TTL), 194
potenciómetros de ajuste, 79

Solución de problemas de circuitos activos, 257
tablas de verdad, 190
TTL (lógica transistor-transistor), 194 circuitos de sintonización
inductores en, 138
visión general, 115
resonancia en, 143
representación de dos estados, en binario sistema, 186

• Tú •

diodos no polarizados, 152
sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), 114, 162
Reino Unido, símbolos esquemáticos en, 280
puertas universales, 190
Circuitos sin alimentación, para pruebas, 307
actualizaciones de este libro, 3
UPS (sistemas de alimentación ininterrumpida), 114, 162

• V •

Símbolo V (voltios), 13
tubos de vacío, 164
electrones de valencia, 148
varactores, 121
condensadores variables, 120–121, 272 bobina variable, 140. *Véase también* inductores
inductores variables, 140
resistencias variables. *Ver* potenciómetros (ollas); reóstatos
varicaps, 121
$V_{CEmáx.}$ (máxima relación colector-emisor voltaje), 177
diodos emisores de luz visible (visibles) LED), 157
Voltaje
a través de cristales de cuarzo, 143–144
atrás, 135
baterías para, 44
del paquete de baterías, medición, 43
terminales de batería para, 19
sesgo, 151–152
tensión de ruptura, 156
del timbre, 232
cálculo, 101
condensador, 107
de motores de corriente continua, caída de 235
como término alternativo, 15 cálculo, 101
explicación de, 45
como fuerza, 13–14, 16 voltaje directo, 151, 158 ganancia de entrada, 174–175
Advertencias de alto voltaje, 255
magnetismo para inducir, 134–135 voltaje máximo de colector a emisor ($V_{CEmáx.}$), 177
medición con multímetro, 42–46, 312, 314–315
Ley de Ohm para, 89–91, 93–100
descripción general, 13–15
protección contra sobretensiones, diodos para, 162
voltaje inverso pico (PIV), 151 voltaje inverso pico (PRV), 151–154
reducción, 71–73
resistencias para controlar, 73 voltaje inverso, 151
manejo del reóstato, 79
aumento en, 45
sobre esquemas, 267
advertencias de, 255
Voltaje de trabajo, 108, 116 Diodo Zener para regular, 155–157 Divisor de voltaje
circuito como, 94
definido, 72
resistencia como, 72
voltímetro, 277, 305

• O •

transformador de pared, 257
verrugas de pared. *Ver* corriente alterna (CA) adaptadores
Limpiador doméstico a base de agua, 246
vatios (W), 16
forma de onda, sobre esquemas, 268
WD-40, 247
Soldador Weller WES51, 262 esponja humedecida, para quitar la soldadura, 244
pegamento doméstico blanco, 248
Limpiaparabrisas, en multímetro, cable 318
Kit de inicio para construcción de circuitos, calibre 252, 217–218
jersey, 287
multímetro para probar, 321
necesidad de experimentos, 30
predesmontado, 287–288
compras, 252
aseguramiento, 257
alivio de tensión, 257
tipos de, 216
envoltura de, 217
clips de alambre, 249
cortadores de alambre, 245
pelacables, 245, 286–288
cajas de madera, 249
trabajo, energía eléctrica para, 22
banco de trabajo, 241
voltaje de trabajo, 108, 116 taller, colocación de, 240–241 envoltura, alambre, 217
Correa de muñeca antiestática, 28, 248, 260–261, 292

• X •

Puerta XNOR, 188
Puerta XOR, 188

• Z •

diodo Zener
polarización inversa, 151
símbolo para, 273
voltaje regulado con, 155–157
símbolo de zigzag, 39

Acerca del autor

Cathleen Shamieh es ingeniera eléctrica y escritora de alta tecnología con amplia experiencia en ingeniería y consultoría en los campos de la electrónica médica, el procesamiento de voz y las telecomunicaciones.

Dedicación

A mi familia, en el cielo y en la tierra, y a Julie, cuya perseverancia frente a grandes dificultades es una inspiración para mí.

Agradecimientos del autor

Agradezco a todo el equipo de Wiley su arduo trabajo, apoyo y profesionalismo. Un agradecimiento especial a mi excelente editora, Susan Pink, por su atención al detalle, su sentido del humor y sus amables intercambios sobre temas que abarcan desde búfalos hasta abejas. ¡La frase "¿Qué, por favor?" está grabada para siempre en mi mente! Gracias también a Kirk Kleinschmidt, por descubrir imprecisiones técnicas y compartir conocimientos basados en su vasta experiencia, y a Katie Mohr por darle forma a este proyecto y permitir que mis plazos se alargaran un poco.

También me gustaría agradecer a los desarrolladores de Inkscape por proporcionar el programa de gráficos vectoriales de código abierto y fácil de usar en el que confié para crear y editar las figuras de este libro, y a los muchos usuarios anónimos de la comunidad de Inkscape que crearon y compartieron públicamente imágenes prediseñadas de todo, desde reglas hasta resistencias.

Por último, me gustaría agradecer a Bill, Kevin, Peter, Brendan y Patrick por su constante amor y apoyo.

Agradecimientos del editor

Editor de adquisiciones: Katie Mohr **Editor del proyecto:**Susan Pink **Editor de copias:**Susan Pink **Editor técnico:**Kirk Kleinschmidt

Asistente editorial: Claire Brock **Asistente editorial sénior:**Caso Cherie **Coordinador del proyecto:**Kumar Chellapa **Imagen de portada:**©Daniel Schweinert/ shutterstock

Apple & Mac

iPad For Dummies,
6th Edition
978-1-118-72306-7

iPhone For Dummies,
7th Edition
978-1-118-69083-3

Macs All-in-One
For Dummies, 4th Edition
978-1-118-82210-4

OS X Mavericks
For Dummies
978-1-118-69188-5

Blogging & Social Media

Facebook For Dummies,
5th Edition
978-1-118-63312-0

Social Media Engagement
For Dummies
978-1-118-53019-1

WordPress For Dummies,
6th Edition
978-1-118-79161-5

Business

Stock Investing
For Dummies, 4th Edition
978-1-118-37678-2

Investing For Dummies,
6th Edition
978-0-470-90545-6

Personal Finance
For Dummies, 7th Edition
978-1-118-11785-9

QuickBooks 2014
For Dummies
978-1-118-72005-9

Small Business Marketing
Kit For Dummies,
3rd Edition
978-1-118-31183-7

Careers

Job Interviews
For Dummies, 4th Edition
978-1-118-11290-8

Job Searching with Social
Media For Dummies,
2nd Edition
978-1-118-67856-5

Personal Branding
For Dummies
978-1-118-11792-7

Resumes For Dummies,
6th Edition
978-0-470-87361-8

Starting an Etsy Business
For Dummies, 2nd Edition
978-1-118-59024-9

Diet & Nutrition

Belly Fat Diet For Dummies
978-1-118-34585-6

Mediterranean Diet
For Dummies
978-1-118-71525-3

Nutrition For Dummies,
5th Edition
978-0-470-93231-5

Digital Photography

Digital SLR Photography
All-in-One For Dummies,
2nd Edition
978-1-118-59082-9

Digital SLR Video &
Filmmaking For Dummies
978-1-118-36598-4

Photoshop Elements 12
For Dummies
978-1-118-72714-0

Gardening

Herb Gardening
For Dummies, 2nd Edition
978-0-470-61778-6

Gardening with Free-Range
Chickens For Dummies
978-1-118-54754-0

Health

Boosting Your Immunity
For Dummies
978-1-118-40200-9

Diabetes For Dummies,
4th Edition
978-1-118-29447-5

Living Paleo For Dummies
978-1-118-29405-5

Big Data

Big Data For Dummies
978-1-118-50422-2

Data Visualization
For Dummies
978-1-118-50289-1

Hadoop For Dummies
978-1-118-60755-8

Language & Foreign Language

500 Spanish Verbs
For Dummies
978-1-118-02382-2

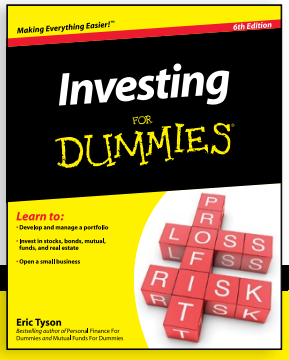
English Grammar
For Dummies, 2nd Edition
978-0-470-54664-2

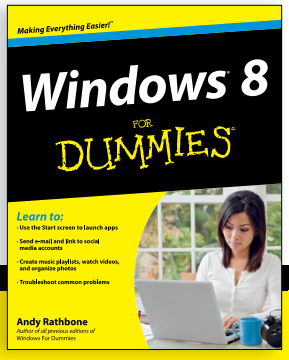
French All-in-One
For Dummies
978-1-118-22815-9

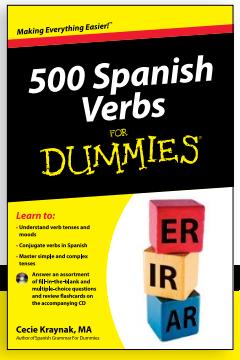
German Essentials
For Dummies
978-1-118-18422-6

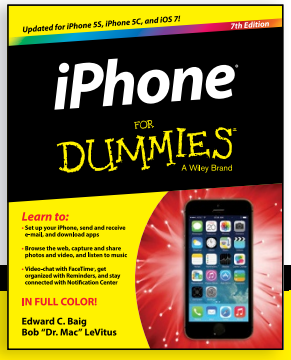
Italian For Dummies,
2nd Edition
978-1-118-00465-4

Available in print and e-book formats.









Available wherever books are sold. **For more information or to order direct visit www.dummies.com**

Math & Science

Algebra I For Dummies, 2nd Edition
978-0-470-55964-2

Anatomy and Physiology For Dummies, 2nd Edition
978-0-470-92326-9

Astronomy For Dummies, 3rd Edition
978-1-118-37697-3

Biology For Dummies, 2nd Edition
978-0-470-59875-7

Chemistry For Dummies, 2nd Edition
978-1-118-00730-3

1001 Algebra II Practice Problems For Dummies
978-1-118-44662-1

Microsoft Office

Excel 2013 For Dummies
978-1-118-51012-4

Office 2013 All-in-One For Dummies
978-1-118-51636-2

PowerPoint 2013 For Dummies
978-1-118-50253-2

Word 2013 For Dummies
978-1-118-49123-2

Music

Blues Harmonica For Dummies
978-1-118-25269-7

Guitar For Dummies, 3rd Edition
978-1-118-11554-1

iPod & iTunes For Dummies, 10th Edition
978-1-118-50864-0

Programming

Beginning Programming with C For Dummies
978-1-118-73763-7

Excel VBA Programming For Dummies, 3rd Edition
978-1-118-49037-2

Java For Dummies, 6th Edition
978-1-118-40780-6

Religion & Inspiration

The Bible For Dummies
978-0-7645-5296-0

Buddhism For Dummies, 2nd Edition
978-1-118-02379-2

Catholicism For Dummies, 2nd Edition
978-1-118-07778-8

Self-Help & Relationships

Beating Sugar Addiction For Dummies
978-1-118-54645-1

Meditation For Dummies, 3rd Edition
978-1-118-29144-3

Seniors

Laptops For Seniors For Dummies, 3rd Edition
978-1-118-71105-7

Computers For Seniors For Dummies, 3rd Edition
978-1-118-11553-4

iPad For Seniors For Dummies, 6th Edition
978-1-118-72826-0

Social Security For Dummies
978-1-118-20573-0

Smartphones & Tablets

Android Phones For Dummies, 2nd Edition
978-1-118-72030-1

Nexus Tablets For Dummies
978-1-118-77243-0

Samsung Galaxy S 4 For Dummies
978-1-118-64222-1

Samsung Galaxy Tabs For Dummies
978-1-118-77294-2

Test Prep

ACT For Dummies, 5th Edition
978-1-118-01259-8

ASVAB For Dummies, 3rd Edition
978-0-470-63760-9

GRE For Dummies, 7th Edition
978-0-470-88921-3

Officer Candidate Tests For Dummies
978-0-470-59876-4

Physician's Assistant Exam For Dummies
978-1-118-11556-5

Series 7 Exam For Dummies
978-0-470-09932-2

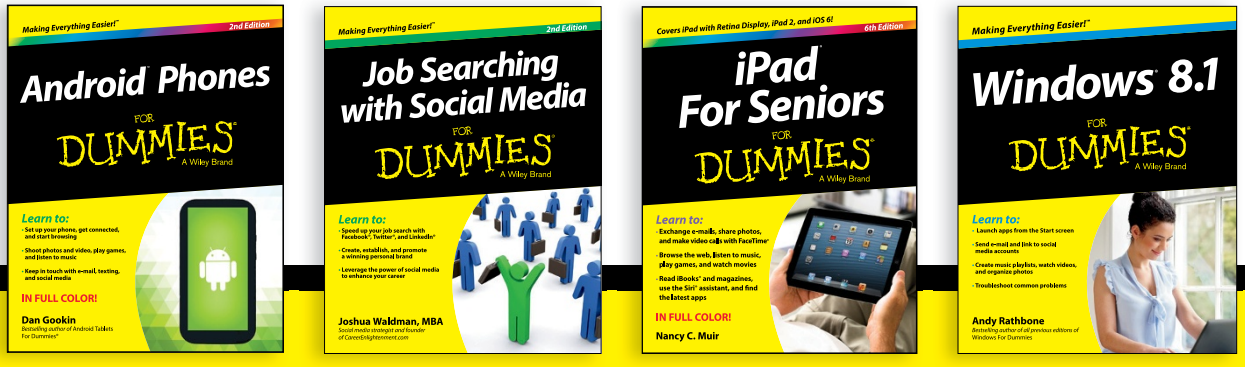
Windows 8

Windows 8.1 All-in-One For Dummies
978-1-118-82087-2

Windows 8.1 For Dummies
978-1-118-82121-3

Windows 8.1 For Dummies, Book + DVD Bundle
978-1-118-82107-7

Available in print and e-book formats.



Available wherever books are sold. **For more information or to order direct visit www.dummies.com**

Take Dummies with you everywhere you go!

Whether you are excited about e-books, want more from the web, must have your mobile apps, or are swept up in social media, Dummies makes everything easier.

Visit Us
bit.ly/JE0O

Like Us
on.fb.me/1f1ThNu

Follow Us
bit.ly/ZDytkR

Watch Us
bit.ly/gbOQHn

Join Us
linkd.in/1gurkMm

Pin Us
bit.ly/16caOLd

Circle Us
bit.ly/1aQTuDQ

Shop Us
bit.ly/4dEp9

Leverage the Power

For Dummies is the global leader in the reference category and one of the most trusted and highly regarded brands in the world. No longer just focused on books, customers now have access to the For Dummies content they need in the format they want. Let us help you develop a solution that will fit your brand and help you connect with your customers.

Advertising & Sponsorships

Connect with an engaged audience on a powerful multimedia site, and position your message alongside expert how-to content.

Targeted ads • Video • Email marketing • Microsites • Sweepstakes sponsorship

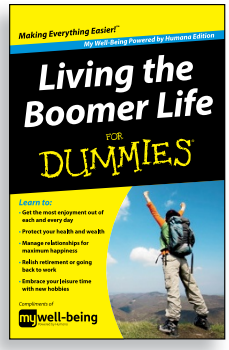
For Dummies is a registered trademark of John Wiley & Sons, Inc.

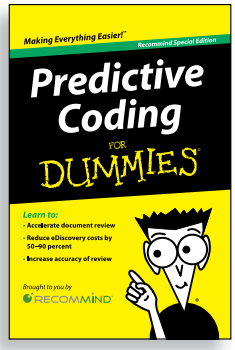
# of For Dummies

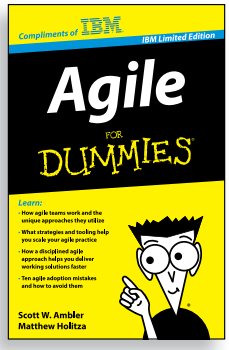
Custom Publishing

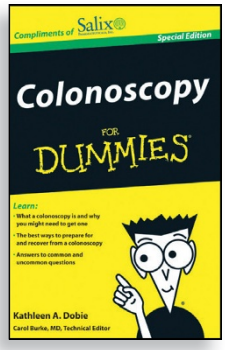
Reach a global audience in any language by creating a solution that will differentiate you from competitors, amplify your message, and encourage customers to make a buying decision.

Apps • Books • eBooks • Video • Audio • Webinars



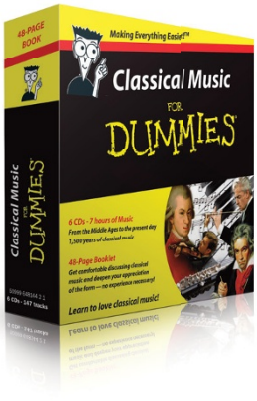


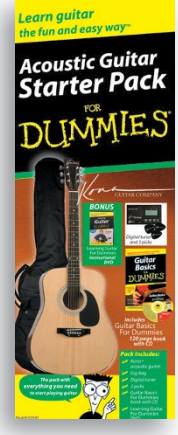




Brand Licensing & Content

Leverage the strength of the world's most popular reference brand to reach new audiences and channels of distribution.



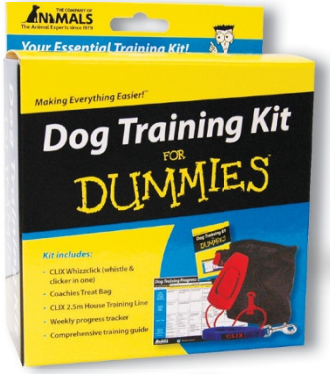


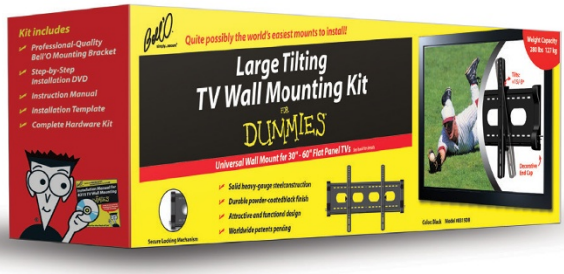
For more information, visit www.Dummies.com/biz

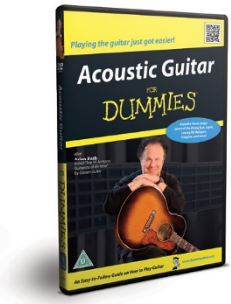
FOR DUMMIES®
A Wiley Brand

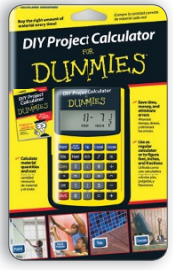
Dummies products make life easier!

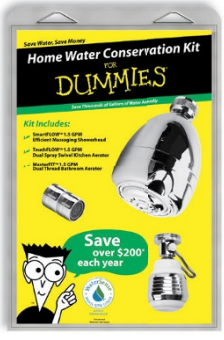
- DIY
- Consumer Electronics
- Crafts
- Software
- Cookware
- Hobbies
- Videos
- Music
- Games
- and More!











For more information, go to **Dummies.com**® and search the store by category.

For Dummies is a registered trademark of John Wiley & Sons, Inc.

FOR DUMMIES®
A Wiley Brand

ACUERDO DE LICENCIA DE USUARIO FINAL DE WILEY

Vaya a www.wiley.com/go/eula para acceder al EULA del libro electrónico de Wiley.